
R.C.P. EDINBURGH LIBRARY
R26820W0236



MÉMOIRES

D'ANTHROPOLOGIE

2559. — ABBEVILLE. — TYP. ET STÉR. A. RETAUX.

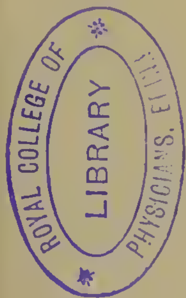
MÉMOIRES
D'ANTHROPOLOGIE

DE

PAUL BROCA

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE LA SOCIÉTÉ D'ANTHROPOLOGIE DE PARIS
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

TOME QUATRIÈME





PARIS
C. REINWALD, LIBRAIRE-ÉDITEUR
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

1883

AVERTISSEMENT

Mon père avait commencé en 1871 à publier une réimpression de ses Mémoires d'Anthropologie. Trois volumes avaient paru lorsque la mort l'a surpris. Je crois devoir continuer aujourd'hui cette publication. Ma tâche a d'ailleurs été facile : elle a consisté uniquement à grouper par ordre de sujets les divers mémoires et à ajouter en note, en certains endroits, quelques fragments de discussion pris dans les bulletins de la Société d'anthropologie.

Les mémoires que nous avions à passer en revue se rattachent à des parties extrêmement variées des sciences anthropologiques. Le volume actuellement publié se rapporte à la Craniologie générale.

AUG. BROCA.
Interne des hôpitaux, aide-d'anatomie
la Faculté de médecine.

MÉMOIRES
D'ANTHROPOLOGIE

SUR LA MENSURATION
DE LA
CAPACITÉ DU CRANE

(*Mémoires de la Société d'anthropologie.* 2e série, t. I, 1873, p. 63-152.)

§ 1. — *Remarques préliminaires.*

Les auteurs qui ont écrit sur la craniométrie n'ont pas tous attaché la même importance à la détermination de la capacité du crâne. Plusieurs ont négligé ou dédaigné ce caractère, dont il est difficile cependant de méconnaître la valeur anthropologique. La capacité du crâne ne donne pas rigoureusement le volume de l'encéphale, puisque la boîte crânienne contient, outre la substance nerveuse, des membranes dont l'épaisseur est variable et une quantité plus variable encore de sérosité ; mais, abstraction faite de quelques cas pathologiques, ces parties accessoires n'occupent dans le crâne qu'un espace relativement très-petit. On peut donc dire d'une manière générale que la capacité du crâne croît ou décroît avec le volume de l'encéphale et que, par conséquent, la comparaison des capacités équivaut à peu près à celle des cerveaux eux-mêmes. Si cette comparaison ne portait que sur un très-petit nombre de crânes, elle pourrait conduire quelquefois à des appréciations erronées. Étant donnés, par exemple, deux crânes dont les capacités sont un peu inégales, il peut se faire que leurs cerveaux

respectifs présentent des inégalités inverses ; mais ces discordances ne s'observent à l'état normal que lorsque les capacités sont voisines de l'égalité, et elles disparaissent toujours lorsque, au lieu de comparer ainsi des crânes individuels, on met en parallèle, par la méthode des moyennes, des séries d'une certaine étendue.

Dans ces dernières conditions, l'étude comparative des capacités crâniennes donne même à quelques égards plus de sécurité que n'en donneraient les pesées cérébrales. On sait, en effet, que l'encéphale n'échappe pas plus que les autres organes à l'influence des causes qui modifient la nutrition générale ; à la suite de certaines affections chroniques, il subit une sorte d'amaigrissement, qui en diminue le poids et le volume ; le vide que laissent dans le crâne les circonvolutions plus ou moins atrophiées est comblé sans doute par la sérosité sous-arachnoïdienne, dont la quantité s'accroît proportionnellement ; mais le liquide en excès s'écoule en grande partie au moment de l'autopsie, et de la sorte la balance ne fait pas connaître le poids de l'encéphale primitif, mais seulement celui d'un encéphale qui a perdu, pendant les derniers temps de la vie, une partie inconnue et souvent considérable de sa masse.

Si l'on songe à la grande fréquence des cas où la mort est précédée d'une maladie qui porte à la nutrition générale une grave atteinte, on reconnaîtra que cette circonstance introduit une cause d'erreur dans les appréciations anthropologiques basées sur les pesées cérébrales. Cette cause d'erreur n'existe pas lorsque, au lieu d'étudier le poids, c'est-à-dire le volume du cerveau, on étudie la capacité du crâne, sur laquelle l'atrophie finale et variable de la substance nerveuse n'a pu exercer aucune influence.

Il n'en est pas tout à fait de même de l'atrophie sénile du cerveau. Ici, ce n'est pas seulement la sérosité qui comble le vide produit par la diminution de la masse cérébrale. La boîte osseuse elle-même peut finir, à la longue, par subir une sorte de retrait ; mais cette réduction, qui, d'ailleurs, est exceptionnelle, est fort peu de chose auprès de celle de l'encéphale (1) ; la

1. Il survient souvent, dans les parois crâniennes des vieillards, une atrophie du diploé ; par suite de l'amincissement des parois, la cavité de la boîte

grande abondance de la sérosité dans les cerveaux atrophiés par l'âge le prouve suffisamment. Ainsi, la capacité du crâne des vieillards n'est pas sensiblement inférieure à celle du crâne des adultes, et fournit sur le volume du cerveau de ces derniers une donnée peu trompeuse, alors que la balance donnerait des chiffres tout à fait insidieux. Il n'est pas inutile de rappeler que, passé l'âge de soixante ans, le poids moyen du cerveau est inférieur de 80 à 100 grammes à celui des cerveaux d'adultes. Si cette diminution était constante, si elle était proportionnelle à l'âge, on pourrait en tenir compte pour corriger les relevés ; mais elle varie beaucoup suivant les individus et suivant les conditions sociales; elle est plus grande, par exemple, chez les vieillards inactifs des hospices que chez ceux qui vivent de la vie ordinaire. Par conséquent, lorsqu'on veut étudier le poids du cerveau suivant les races, il est indispensable d'exclure de ce parallèle les individus qui ont dépassé l'âge mûr. Mais il faudrait en exclure encore, comme on vient de le voir, ceux qui ont succombé à des affections chroniques. D'exclusion en exclusion, la liste déjà si insuffisante des pesées cérébrales pratiquées sur des sujets étrangers aux races d'Europe deviendrait plus insuffisante encore ; et il s'écoulera sans doute bien des années avant que la science possède les éléments nécessaires pour déterminer, par une étude directe, l'influence de la race sur le poids de l'encéphale.

En attendant que ce moment soit venu, le cubage des crânes fournit une donnée qui, pour n'être qu'approximative, n'en est pas moins très-valable. Il ne fait pas connaître exactement le volume du cerveau, puisque la capacité du crâne est toujours supérieure à ce volume; mais elle le surpasse d'une quantité qu'on peut, sans grande erreur, considérer comme lui étant à peu près proportionnelle, et l'on ne peut méconnaître l'importance du cubage des crânes sans nier du même coup la valeur anthropologique des pesées cérébrales.

Je sais bien que quelques auteurs, dominés par des doctrines physiologiques, philosophiques, ou même métaphysiques, et croyant devoir repousser tout ce qui faisait naguère partie du

osseuse peut se trouver agrandie, quoique le volume du cerveau ait diminué. Le vide est encore comblé par la sérosité, qui est alors très abondante.

bagage phrénologique, n'admettent aucun rapport entre la puissance intellectuelle et la masse encéphalique. Mais, sans discuter ici avec eux cette question de physiologie, je leur ferai remarquer qu'au point de vue de l'anatomie pure le volume du cerveau et la capacité crânienne méritent au moins leur attention comme caractère de races. Tout en maintenant que le poids du cerveau est l'un des plus importants des éléments multiples auxquels est liée l'intelligence, et que, par conséquent, *toutes choses égales d'ailleurs*, les conditions qui font croître ou décroître ce poids chez des individus *de même race* font varier dans le même sens la puissance intellectuelle, je reconnais que ce critérium a beaucoup moins de valeur lorsque l'on compare entre eux des individus de races différentes. Ainsi, quoique, d'une manière assez générale, la capacité moyenne du crâne soit moindre dans les races inférieures que dans les races supérieures, on se tromperait fort si l'on croyait que cette règle fût sans exception, si l'on croyait surtout que le classement des races par ordre de capacité crânienne donnât la mesure de la valeur relative de leur intelligence. Ce n'est pas seulement parce que la taille, si variable suivant les races, exerce une influence notable sur le volume du cerveau ; c'est encore parce que chaque race a son type, caractérisé aussi bien par les proportions relatives des divers organes et des divers segments du corps que par la couleur de la peau, des yeux ou du système pileux, et parce que le volume du cerveau, l'ampleur de la boîte crânienne font partie de ce type au même titre que la longueur de l'avant-bras ou la largeur des fosses nasales. La détermination du volume du cerveau ou, ce qui revient au même, de la capacité crânienne est donc un des éléments essentiels de la description des races. On mesure avec soin les diamètres, les courbes, les angles céphaliques ; on ne recule pas devant ce travail long et minutieux, parce qu'on sait que c'est ainsi seulement qu'on peut étudier et comparer rigoureusement les crânes, et parce qu'on sait, en outre, que les dimensions et les formes du crâne constituent des caractères anthropologiques de premier ordre. Tous ces diamètres, ces courbes, ces angles ne sont que les résultats d'un développement ostéologique que régit avant tout le développement du cerveau. Il suffit, pour s'en convaincre, de comparer les crânes normaux

avec ceux des idiots microcéphales et de constater les différences qui existent entre eux. Ces différences, dues incontestablement à l'arrêt de développement du cerveau des microcéphales, portent tout autant sur la forme du crâne que sur son volume, et si le volume du cerveau peut exercer une pareille influence sur la morphologie du crâne, n'est-il pas évident que la mensuration de la capacité de la boîte cérébrale est une des parties les plus indispensables de la craniométrie scientifique?

Il n'est pas d'anthropologistes qui puissent conclure autrement; mais plusieurs cependant négligent entièrement le cubage du crâne, et ce dédain immérité doit être attribué principalement au peu de précision des procédés de mensuration et au peu de fixité, au peu de concordance des résultats obtenus par les divers observateurs. Lorsqu'on lit, par exemple, que Tiedemann a trouvé la capacité du crâne des nègres égale à celle du crâne des Européens, tandis que d'autres auteurs ont trouvé entre ces mêmes crânes une différence moyenne de plus de 100 centimètres cubes, on se demande tout naturellement si une recherche qui conduit à de pareilles contradictions est assez scientifique pour mériter quelque attention. Je montrerai bientôt, il est vrai, que Tiedemann a mal appliqué un mauvais procédé, qu'il a ensuite mal raisonné, et qu'il n'est pas étonnant qu'il ait mal conclu. Des accidents de ce genre se sont produits dans toutes les sciences et de là vient cet axiome : *Non crimen artis quod professoris*. Mais il y a quelque chose de plus grave : c'est que l'incertitude des résultats ne dépend pas seulement de la nature du procédé employé, et qu'elle dépend encore de la main de celui qui l'applique. Faites cuber le même crâne suivant le même procédé par deux personnes successives, et vous pourrez obtenir ainsi des différences de plus de 50 centimètres cubes. Enfin, ce qui est pis encore, faites cuber plusieurs fois de suite le même crâne par la même personne, et vous pourrez obtenir encore des différences presque aussi grandes que dans le cas précédent. Dès lors, quelle confiance peut-on accorder à des résultats aussi instables? et pourquoi perdre son temps à pratiquer une mensuration qui exige une installation assez compliquée, pour ne nous donner, en définitive, que des renseignements trompeurs ? (1).

(1) Dans la séance *de la Société d'anthropologie* du 16 mai 1872, après quelques

Cette objection est sérieuse. On remarquera pourtant que les erreurs, même les plus grandes que l'on puisse commettre dans le cubage des crânes, sont limitées, et que le plus imparfait des procédés de cubage, lorsqu'il est appliqué avec quelque attention, donne une idée incomparablement plus juste de la capacité relative des crânes que ne le ferait la comparaison des courbes ou des diamètres. Les tableaux de cubage publiés jusqu'ici par divers auteurs sont donc bien loin d'être sans valeur. Étant obtenus par des moyens différents, ces tableaux ne sont pas comparables entre eux, mais on peut attacher une importance très-réelle aux résultats constatés par un même auteur. C'est ainsi que le grand relevé de Morton, complété par son élève distingué, M. Meigs, de Philadelphie (1), et le relevé non moins étendu et plus détaillé qui termine le *Thesaurus craniorum* de M. Barnard Davis (2), comptent au nombre des plus précieux documents de la craniologie.

Si l'on considère toutefois que la capacité du crâne est très-variable, dans une même race, suivant les individus et suivant les sexes ; que la moyenne ne peut, par conséquent, être considérée comme valable que lorsqu'elle est déduite d'une très-longue série ; que, sous ce rapport, il n'existe aucune collection complète, où toutes les races soient représentées par des séries suffisantes, qu'il faudrait donc, pour arriver à des chiffres certains, pouvoir fusionner en un seul relevé tous les relevés partiels de diverses collections publiques ou particulières de l'Europe et de l'Amérique, on comprendra la nécessité d'adopter un procédé uniforme, exact autant que possible, mais surtout assez constant dans ses résultats pour que les faits recueil-

observations de M. Bertillon, M. Broca fixe avec son collègue l'erreur moyenne de capacité à 15 centimètres cubes, erreur qu'on ne peut pas regarder comme absolument insignifiante, mais que l'on peut négliger dans les recherches du genre de celles qui sont poursuivies ici.

1. Aitken Meigs, *Catalogue of Human Crania, in the Collection of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia*. Philad., 1857, in-8°. Voir *Introd.*, p. 17, pour les relevés de Morton, et p. 5-11 pour ceux de Meigs. — Voir aussi Meigs, *the Cranial Characteristics of the Races of Men*, dans *Indigenous Races of the Earth*. Philad., 1857, grand in-8°, p. 257.

2. Barnard Davis, *Thesaurus craniorum*. Lond., 1867. 1 vol. in-8°. On consultera encore avec fruit les tableaux publiés par M. Mantegazza dans ses deux mémoires sur l'indice céphalo-spinal et sur l'indice céphalo-orbitaire, dans *Archivio per l'antropologia*, vol. 1, p. 45 et 153. Florence, 1871, in-8°. Voir encore Welcker, *Ueber Wachsthum und Bau des Schaedels*. Leipzig, 1862, in-fol. p. 35-41.

lis par des observateurs différents puissent être groupés et comparés avec sécurité.

L'exactitude, ici, importerait moins que l'uniformité. Il est clair, toutefois, que si l'on peut espérer qu'un procédé soit généralement accepté, c'est à la condition seulement de démontrer qu'il est plus exact que les autres, car, lorsqu'une habitude est une fois prise, on n'y renonce que pour mieux faire.

Après avoir expérimenté un grand nombre de fois tous les procédés qui ont été usités jusqu'ici, j'en ai choisi un qui est loin d'être irréprochable, mais qui permet cependant, à l'aide de certaines précautions, d'obtenir des résultats suffisamment fixes et suffisamment exacts ; en le comparant, sous ce double rapport, à tous les autres procédés, je me suis convaincu qu'il leur était bien supérieur. Mon but sera atteint si je réussis à faire pénétrer cette conviction dans l'esprit du lecteur.

Le problème du cubage des crânes, si simple en apparence, soulève cependant des questions de physique assez compliquées et entièrement négligées jusqu'ici par les physiciens. On a étudié avec le plus grand soin les phénomènes de l'écoulement des liquides, mais on n'a pas même cherché comment s'écoulent, se répartissent et se tassent dans les vases de diverses formes les corps pulvérulents ou granuleux dont on les remplit. Les législateurs qui ont imposé aux marchands de grains des mesures officielles ne se doutaient pas qu'on peut, à volonté, dans une mesure pleine, faire tenir plus ou moins de grains. Les observations que j'ai faites permettront peut-être de mettre les acheteurs en garde contre certaines fraudes. Mais je ne signale ce fait qu'en passant, et j'ai hâte de revenir au cubage des crânes.

§ 2. — *Histoire des procédés du cubage.*

L'irrégularité de la boîte crânienne ne permettant pas d'en évaluer la capacité par des moyens géométriques, on ne peut déterminer cette capacité que par la méthode expérimentale. Jauger le crâne, c'est-à-dire le remplir d'une substance quelconque, et constater ensuite par un moyen quelconque le volume de cette substance, telle est, en définitive, la seule méthode possible, celle à laquelle se rattachent tous les procédés.

Le procédé le plus ancien, et aussi le plus défectueux, est celui du jaugeage à l'eau. Sœmmering avait annoncé, dans sa célèbre dissertation sur les différences anatomiques du nègre et de l'Européen (1), que toutes les dimensions de la boîte crânienne sont plus grandes chez celui-ci que chez celui-là, et en avait conclu que la capacité du crâne était plus petite chez le nègre. Saumarez, pour vérifier l'exactitude de cette conclusion, remplit d'eau un crâne de nègre et 36 crânes d'Européens, et trouva que le premier était le plus petit de tous (2). Il est possible qu'il fût tombé sur un petit crâne de nègre, car, sur 36 Européens pris au hasard, il y en a toujours quelques-uns dont la capacité est au-dessous de la moyenne de la capacité des crânes de nègres. Il faut avouer d'ailleurs que le procédé suivi par l'auteur était très-peu scientifique. J'en puis dire autant des premières recherches de Virey, publiées en 1817, dans l'article HOMME du *Dictionnaire des sciences médicales* (3). Il ne songeait pas à déterminer la capacité des crânes, mais seulement la différence qui pouvait exister sous ce rapport entre deux crânes. Remplisssant d'eau le plus grand, il transvasait ce liquide dans le plus petit, et pesait le reste.

Il trouva ainsi que les crânes des nègres contenaient de 4 à 9 onces d'eau de moins que ceux des blancs. Il trouva de même que le crâne de l'homme, soit blanc, soit nègre, contenait de 2 à 3 onces d'eau de plus que celui de la femme de même race, et qu'enfin les crânes des femmes d'Europe avaient un peu plus de capacité que ceux des hommes de l'autre race. Pour apprécier la valeur de ces différences, il aurait fallu les comparer à la jauge totale de l'un des crânes; c'eût été très-facile, et il est assez étrange que Virey n'y ait pas songé ; mais du moins il y songea plus tard, et, dans ses expériences ultérieures, faites avec le concours de Palissot de Beauvois, il reconnut que la capacité du crâne des blancs était supérieure d'un neuvième à celle du crâne

1. Sœmmering, *Ueber die körperliche Vershiedenheit des Negers von Europäer.* Frankfurt a. M., 1785

2. Saumarez, *Principles of Physiology* Lond., 1798, p. 173. Je n'ai pu me procurer cet ouvrage; je le cite d'après Meckel, *Manuel d'anatomie*, tr. franç. Paris, 1825, in-8°, t. I, p. 691.

3. *Dict. des sc. médic.*, t. XXI, p. 204. Paris, 1817, in-8°. Voir aussi, du même auteur, l'article HOMME du *Dict. d'hist. natur.* de Déterville, t. XV, p. 18. Paris, 1817, in-8°.

des nègres, ce qui voulait dire sans doute que la capacité du nègre étant représentée par 9, celle des blancs était représentée par 10 (1). C'était une exagération, car la différence réelle ne dépasse pas un onzième. Il faut croire que Virey et Palissot de Beauvois n'avaient expérimenté que sur un petit nombre de crânes. Mais leur erreur dépendait sans doute aussi pour une bonne part de la grande imperfection de leur procédé.

Il est bien difficile, en effet, de transformer le crâne en un vase imperméable à l'eau, et plus difficile encore de distinguer le liquide qui s'imbibe dans le tissu osseux de celui qui remplit la boite crânienne. Le procédé du jaugeage à l'eau ne pouvait tenir contre ces objections à la fois théoriques et pratiques. Il fut donc abandonné (2), et ce fut au moyen des corps solides qu'on chercha à jauger le crâne.

J'ai lieu de croire que cette heureuse innovation fut due à William Hamilton, dont les recherches furent publiées en 1831, dans l'introduction de l'ouvrage d'Alex. Monro, sur *l'Anatomie du cerveau* (3). Hamilton se servit du sable de mer, bien homogène, bien fin et bien sec. Le but qu'il se proposait n'était pas de déterminer la capacité du crâne, mais seulement le poids du cerveau, qu'il déduisait du poids du sable de la jauge (4) par un procédé de réduction fort discutable; car nous savons aujourd'hui qu'il n'y a pas de rapport constant entre la capacité du crâne et le poids du cerveau. Ses recherches portèrent sur près de 300 crânes humains et sur les crânes ou cerveaux de plus de

1. Virey, *Histoire naturelle du genre humain*, 2e édit. Paris, 1824, in-8°, t. II p. 39.

2. S. de Volkoff est cependant revenu en 1847 au procédé du jaugeage à l'eau. Il a cubé par ce moyen quarante-cinq crânes du musée de Berne, dont il a exprimé la capacité en centilitres, sans fractions. Il n'a du reste tiré de ces expériences aucune conséquence relative soit à la race, soit au sexe, soit même aux questions phrénologiques auxquelles se rapporte son travail. (Volkoff, *Notice sur l'épaisseur du crâne humain*, dans *Ann. méd. psychol.*, t. IX, p. 321. Paris, 1847, in-8°.)

3. Alex. Monro, *the anatomy of the Brain, with some Observations on its Functions*, to which in prefixed an accout of experiments on the weight and relative proportion of the brain, cerebellum and tuber annulare in man and animals, under the various circumstances of age, sex, country, etc., by sir William Hamilton, baronet. Edinburg, 1831, in-8°, p. 4-8.—Voir aussi *Edinburgh Med. and Surg. Journal*, 1832, vol. XXXVII, p. 413.

4. Les pesées d'Hamilton se rapportent a la livre *troy*, qui est de 373gr,202, et non à la livre *avoir-du-poids*, qui pèse 453gr,544, et qui est adoptée actuellement par les anthropologistes anglais. Ceux qui consulteront les chiffres d'Hamilton devront tenir compte de cette différence.

700 animaux ; mais l'imperfection de son procédé était telle que tout cet immense travail aboutit à des résultats tout à fait trompeurs. Ainsi il soutint que l'encéphale atteint son plein développement à l'âge de sept ans (deuxième conclusion). Cette grave erreur nous prépare à accueillir avec méfiance la quatrième conclusion, où il est dit : « La doctrine commune, que le cerveau des Africains, et en particulier des nègres, est beaucoup plus petit que celui des Européens, est fausse. En comparant la capacité de deux crânes cafres (1 h. et 1 f.) et de 13 crânes de nègres (6 h., 3 f. et 2 douteux), l'encéphale des Africains a été trouvé n'être pas inférieur à la moyenne des Européens. »

Le procédé du sable est aujourd'hui assez généralement adopté en Angleterre. Il est préconisé principalement par M. Barnard Davis, qui, renonçant sagement à l'idée de déterminer ainsi le poids du cerveau, a compris qu'on devait se borner à déterminer la capacité du crâne. Comme Hamilton, il procède à l'aide de la balance. Il pèse d'abord le crâne vide, puis le remplit de sable et le pèse de nouveau. La différence donne le poids du sable employé, et ce poids, exprimé d'abord en onces *avoir-du-poids* (c'est-à-dire en onces de 28^{gr},3465), est ensuite évalué en volume à l'aide d'une table de réduction basée sur le poids spécifique du sable ; et comme la nature et le poids spécifique des divers sables sont très-variables, on est convenu d'employer toujours le *sable de mer de Calais*. On admet que, le poids spécifique de l'eau étant 1, celui du sable est de 1,425, et on en déduit qu'une once (28^{gr},3465) de sable représente un volume de 1,215 pouce cube anglais (soit 16^{cc},3861). Je discuterai plus loin la valeur de ces chiffres et je montrerai qu'ils ne sont ni exacts ni susceptibles d'être corrigés ; mais je reviens à l'histoire du cubage des crânes et j'arrive aux travaux de Tiedemann, qui parurent en 1837 (1).

Tiedemann suivit le même procédé qu'Hamilton, si ce n'est qu'il substitua le mil au sable. Introduisant les grains à travers le trou occipital, il les tassait en tapant sur le crâne avec le plat de la main. Il ne cherchait à déterminer ni la capacité de la boîte crânienne ni le volume du cerveau. Il voulait seulement avoir

1. Fred. Tiedemann, *Das Hirn des Negers mit dem des Europäers und Orang-Outangs vergleichen.* Heidelberg, 1837, in-4°, s. 21,

un terme de comparaison, et il jugea suffisant d'exprimer le poids de la jauge de mil. On ne trouve donc sur ses tableaux que des onces, des drachmes et des grains (1).

Il faut rendre à Tiedemann cette justice qu'il a exécuté et provoqué des recherches très-étendues sur la capacité relative du crâne. Les nombreux matériaux qu'il a recueillis auraient donc pu être d'une grande utilité. Malheureusement il était dominé par une idée préconçue. Il se proposait de prouver que la capacité du crâne est la même dans toutes les races humaines. Soutenu par cette pensée philanthropique, il parcourut, le mil et la balance à la main, un grand nombre de musées ; il entra en relations avec Muller, Vrolik, Sandifort, Sebastian, Mayer, Sœmmering, qui appliquèrent à leur tour son procédé et lui firent parvenir les résultats de leurs pesées. Il put ainsi publier un tableau contenant les pesées de mil pratiquées sur 88 crânes éthiopiques ; 208 crânes caucasiques, 49 crânes mongoliques, 35 crânes américains et 109 crânes malais ou océaniens, en tout 489 crânes. Quelque imparfait que fût son procédé de mensuration, ces éléments étaient plus que suffisants pour servir de base à des conclusions sérieuses ; mais, par un inexplicable oubli des notions les plus élémentaires de l'arithmétique et de la statistique, il ne songea pas même à additionner les colonnes de ses tableaux. Il se borna à indiquer pour chaque groupe de races le maximum et le minimum des mesures individuelles, et à constater que dans toutes les races la majorité des crânes mesurés jaugeait entre 32 et 42 onces de mil ; puis, sans essayer de prendre les moyennes, il conclut que la capacité du crâne était partout la même ; il soutint, en particulier, que le crâne des nègres n'était pas plus petit que celui des Européens (2).

Cette assertion flattait les sentiments des philanthropes et fut acceptée par eux sans le plus petit examen. Les anthropologistes eux-mêmes n'y regardèrent pas de plus près ; ceux qui étaient partisans de l'opinion monogéniste n'éprouvèrent pas le

1. Les chiffres de Tiedemann se rapportent à la livre médicinale de Nuremberg, qui était alors adoptée dans toutes les pharmacies de l'Allemagne. Cette livre pèse 357gr,854. Elle se compose de 12 onces, l'once de 8 drachmes, la drachme de 60 grains. L'once pèse donc 29gr,821, la drachme 3gr,727, et le grain 62 milligrammes.

2. *Loc. cit.*, p. 47.

besoin de soumettre à la révision un travail dont les conclusions étaient favorables à leur doctrine; quant aux polygénistes, ils se bornèrent à répondre que, les courbes et les diamètres du crâne étant plus petits chez les nègres que chez les Européens, et l'épaisseur des parois crâniennes étant moindre chez ces derniers, l'égalité des capacités était impossible ; que, par conséquent, les conclusions de Tiedemann ne prouvaient que l'inexactitude de son procédé de jaugeage ; mais, chose singulière, personne ne songea à examiner ses tableaux ni à contrôler son arithmétique. Il est vrai qu'il aurait fallu, pour cela, affronter les ennuis de calculs en nombres complexes, par onces, drachmes et grains, de la posologie de Nuremberg, et c'était peut-être pour s'affranchir de ce pénible travail que Tiedemann avait inventé son étrange procédé de statistique. Il m'a paru toutefois que des tableaux aussi étendus que les siens valaient la peine d'être étudiés, qu'aucun procédé de cubage ne pouvait être assez mauvais pour donner aux blancs et aux nègres la même capacité crânienne, et que les onces de mil devaient varier dans le même sens que les centimètres cubes de plomb.

J'ai donc additionné les colonnes des tableaux de Tiedemann, et, en récompense de mes peines, j'ai obtenu les résultats suivants, qui surprendront peut-être le lecteur :

A la page 22 commence le tableau des vrais nègres du sexe masculin, qui comprend 54 numéros. La somme s'élève à 2039 onces 4 drachmes 24 grains, et en divisant ce nombre par 54, on obtient une moyenne de 37 onces 6 drachmes 9 grains.

A la page 26 commence le tableau des Européens du sexe masculin. Il comprend 141 numéros, donne une somme de 5 775 onces 4 drachmes 21 grains, et une moyenne de 40 onces 7 drachmes 41 grains.

La différence est donc de 3 onces 1 drachme 32 grains en faveur des Européens.

Pour rendre l'appréciation plus facile, je réduirai ces chiffres en grammes, en rappelant que l'once médicinale de Nuremberg pèse 29^{gr},82, la drachme 3^{gr},72 et le grain 62 milligrammes. On trouve ainsi que le crâne moyen des 54 nègres jauge 1 126^{gr},24 de mil, que le crâne moyen des 141 Européens jauge 1 221^{gr},38, et que la différence est par conséquent de 95^{gr},17.

Or, quoiqu'il soit impossible, comme on le verra dans le paragraphe suivant, de déterminer rigoureusement le poids spécifique du mil, personne n'ignore que cette substance est beaucoup plus légère que l'eau. Un kilogramme de mil jauge environ 1 litre et demi dans les mesures graduées ; une différence de poids de 95 grammes équivaut donc à peu près à une différence de 142 centimètres cubes.

Par conséquent, d'après les tableaux de Tiedemann la capacité du crâne de l'homme d'Europe l'emporte d'environ 142 centimètres cubes sur celle du crâne nègre. D'après mes observations, recueillies par le procédé du plomb, le crâne de l'Européen mâle cube en moyenne 1 520 centimètres cubes, et celui du nègre 1395. La différence est de 125, et correspond à peu près à celle qui précède (1).

Ainsi les tableaux à l'aide desquels Tiedemann a cru prouver que le crâne du nègre n'est pas inférieur à celui du blanc prouvent précisément le contraire. Ce premier résultat est assez piquant.

Mais en voici un autre qui n'est pas moins curieux. De toutes les substances employées pour jauger le crâne, le mil est certainement la plus infidèle. Lorsque le crâne paraît plein, il suffit, pour y produire un vide notable, de lui imprimer une légère secousse, et en tapant plus ou moins fort, ou plus ou moins longtemps, on fait varier considérablement la jauge. Or il est probable que Tiedemann tapait plus consciencieusement que les autres expérimentateurs dont il avait mis la complaisance à contribution, car, si l'on relève spécialement sur ses tableaux les crânes qu'il a jaugés lui-même, et qui sont marqués d'une étoile, on trouve 13 nègres donnant une jauge moyenne de 39 onces 7 drachmes 10 grains, et 21 Européens donnant une jauge moyenne de 42 onces 4 drachmes 3 grains. Les 41 nègres qui restent ne jaugent plus que 37 onces 0 drachme 45 grains, et les 120 derniers Européens descendent à 40 onces 5 drachmes 31 grains. Ainsi, pour les blancs comme pour les nègres, Tiedemann a fait entrer dans le crâne environ 2 onces de mil de plus que ne l'ont su faire ses collaborateurs ; c'est-à-dire à peu près 60 grammes,

1. La différence entre la femme d'Europe et la négresse est sensiblement moindre et ne dépasse pas 70 cent. cubes. Pour les deux sexes réunis, elle est de 90 à 95.

représentant quelque chose comme 90 centimètres cubes. Cela suffit pour juger le procédé; et il est digne de remarque que la main de Tiedemann a été plus favorable à ses 13 nègres qu'à ses 21 Européens, car ces derniers, comparés aux 120 autres, n'ont gagné que 1 once 6 drachmes 32 grains, tandis que ses 13 nègres ont gagné sur les 41 autres 2 onces 6 drachmes 25 grains. Ses nègres ont donc eu 1 once de bénéfice de plus que ses Européens, c'est-à-dire environ 45 centimètres cubes. Peut-être a-t-il tapé sur eux d'une main plus ferme. — *Qui bene amat bene castigat.* — Il en est résulté que, sur les deux séries qui lui sont propres, la différence entre les deux races a été quelque peu atténuée. Ses Européens ne l'emportent plus sur ses nègres que de 2 onces 4 drachmes 53 grains, c'est-à-dire de 77gr,80 ou d'environ 117 centimètres cubes; mais c'est encore plus qu'il n'en aurait fallu pour dissiper les illusions de Tiedemann, si sa foi monogéniste n'eût mis un bandeau sur ses yeux.

Le procédé du mil et les tableaux de Tiedemann avaient paru en 1837. A cette époque, George Samuel Morton préparait déjà la publication de son grand ouvrage intitulé *Crania americana*. En étudiant les crânes des indigènes de l'Amérique, il fut naturellement conduit à chercher jusqu'à quel point la pratique si commune des déformations artificielles du crâne nuisait au développement de la masse encéphalique. Il jugea donc nécessaire de mesurer la capacité du crâne, mais il faut croire que les procédés déjà connus du sable et du mil lui parurent défectueux, puisqu'il pria son ami J.-S. Phillips d'en chercher un autre.

Phillips substitua aux grains de mil les grains de moutarde blanche, qui sont tout aussi uniformes, et qui ont l'avantage d'être plus lourds et plus durs. L'innovation était jusque-là de médiocre importance; mais ce qui fut plus utile, ce fut la substitution du cubage direct aux pesées différentielles. Au lieu d'apprécier indirectement le volume de la substance jaugeante d'après son poids, Phillips versait cette substance dans un tube cylindrique et en déterminait directement le volume (1). L'opération était plus longue, sans doute; mais elle évitait le calcul de la réduction du poids en volume, ainsi que les erreurs dues à la variabilité du poids spécifique des substances végétales.

1. George-Sam. Morton, *Crania americana*. Philadelphie, 1839, in-fol., p. 523.

L'appareil instrumental imaginé par Phillips pour mesurer le volume de la jauge consistait en un tube cylindrique d'étain, de 2 pouces trois quarts de diamètre (69 millimètres) et de 2 pieds 2 pouces de haut (660 millimètres), fixé sur un pied et solidement cerclé de 2 en 2 pouces pour empêcher les déformations accidentelles. On y versait le grain de la jauge; on le tassait par des secousses, et il ne s'agissait plus que de déterminer la hauteur de la colonne. A cet effet, on faisait descendre sur la surface du grain un disque en bois, fixé sur une baguette graduée de pouce cube en pouce cube (un pouce cube anglais vaut 16cc,386). La graduation de la baguette avait été faite préalablement par voie expérimentale, en versant dans le tube en étain des volumes d'eau déterminés, et mesurant la hauteur de la colonne d'eau à l'aide d'un flotteur. Ce procédé était sans doute le seul qui permît de cuber la jauge dans un tube opaque; mais il eût été bien plus simple de remplacer ce tube en étain par un tube en verre, qu'on eût pu graduer directement au lieu de recourir à la complication inutile d'une graduation indirecte et mobile.

Morton ne se contentait pas de mesurer ainsi la capacité totale du crâne, il s'efforçait en outre de déterminer séparément la capacité de certaines régions du crâne. Dans le sens vertical, il divisait le crâne en deux régions: l'une qu'il désignait sous le nom très-inexact de *région coronale*, et l'autre qu'il appelait *sous-coronale*. La région coronale était la partie de la voûte crânienne comprise au-dessus d'un plan plus ou moins horizontal mené par les deux bosses frontales et par les deux bosses pariétales. Un trait de scie passant par ces quatre points aurait permis de jauger aisément avec du mercure la capacité de la calotte dite *coronale*; mais Morton pensait avec raison que les mensurations qui nécessitent des coupes spéciales ne doivent pas être admises dans la crâniométrie. Phillips imagina donc un appareil suspenseur qui permettait de rendre parfaitement horizontal le *plan de la couronne*, le vertex étant dirigé en bas, et de remplir de mercure la calotte crânienne jusqu'au niveau de ce plan. Un flotteur introduit à travers le trou occipital, et surmonté d'une tige, déterminait le niveau du mercure ; et il ne s'agissait plus que de mesurer dans un vase gradué le volume du mercure employé. La capacité de la région sous-coronale s'obtenait en retranchant

de la capacité totale du crâne celle de la région coronale.

Morton divisait en outre le crâne, d'avant en arrière, en deux chambres, l'une *antérieure*, l'autre *postérieure*. Un plan plus ou moins vertical, passant par le bord antérieur du trou occipital, et perpendiculaire au plan de la couronne, établissait la séparation de ces deux chambres. Le crâne suspendu dans le même appareil, la face en bas, on se proposait de jauger la chambre antérieure, c'est-à-dire la partie de la boîte crânienne située au-dessous du plan de suspension; mais ici le procédé du mercure n'était plus applicable, car ce liquide se serait écoulé à travers les orbites, la lame criblée et les trous de la base du crâne. Ce fut donc au moyen des graines de moutarde blanche, et par un procédé d'ailleurs extrêmement défectueux, que Phillips et Morton jaugèrent la chambre antérieure. La capacité de la chambre postérieure s'obtenait par différence, comme dans le premier cas (1).

J'ai mentionné ces essais relatifs au cubage partiel du crâne pour constater la priorité qui appartient à Morton et à son collaborateur Phillips. Ils ont été repris depuis sur d'autres bases et suivant d'autres procédés par Huschke (2) et par Lucæ (3), qui ont cherché à déterminer la capacité relative des trois vertèbres crâniennes, mais qui n'ont pu perfectionner ainsi la méthode de Morton sans pratiquer des coupes sur le crâne. Ce grave inconvénient n'est nullement compensé par l'intérêt assez médiocre des résultats obtenus jusqu'ici. Quant à Morton, il est probable qu'il n'avait pas été satisfait de ses essais de cubage partiel, puisqu'il n'en par la plus dans ses publications ultérieures. Je reviens maintenant au cubage général du crâne.

Les cubages publiés dans les *Crania americana* avaient été faits suivant le procédé de Phillips (graines de moutarde blanche). Mais plus tard Morton reconnut que ce procédé était infidèle, et pour le corriger il remplaça les graines de moutarde par le plomb de chasse d'un huitième de pouce anglais de diamètre (un peu plus de 3 millimètres). Il annonça ce changement dans l'*Introduction* de son catalogue, publiée en 1849 (4). Il ajouta

1. *Crania americana*, p. 255-256.
2. Huschke, *Schaedel, Hirn und Seele*, Iéna, 1854, in-fol., p. 46.
3. Lucæ, *Zur Morphologie der Rassen-Schaedel*, Abth. I, s. 25, et Abth. II, s. 11. Francfort, 1861 et 1864, in-4°.
4. *Catalogue of Skulls of Man and the inferior Animals in the Collection of*

qu'ayant cubé de nouveau, au moyen du plomb, les séries de crânes mentionnées dans son précédent ouvrage, il avait obtenu des différences notables et que ces contradictions étaient imputables à la différence des procédés (1).

Cette fois, Morton se flattait d'avoir enfin obtenu la *capacité absolue du crâne en pouces cubes* (2). « Je ne puis m'empêcher, disait-il, d'exprimer ma satisfaction de la remarquable exactitude de cette méthode, puisqu'un crâne de 100 pouces cubes, mesuré un nombre quelconque de fois avec un soin suffisant, ne variera pas d'un seul pouce cube. » (P. 17.) Il y avait pourtant une circonstance qui aurait dû modérer sa satisfaction. La collection qu'il avait réunie ne comprenait pas moins de 867 crânes humains et de 601 crânes d'animaux ; le cubage d'un aussi grand nombre de crânes exigeant beaucoup de temps, il avait essayé de confier à un aide une partie de la tâche. Mais, ayant voulu vérifier les résultats obtenus par cet aide, il les avait trouvés erronés, et s'était vu obligé de refaire tout le travail de ses propres mains (p. 16). Ce n'était point sans doute pour des erreurs insignifiantes qu'il s'était résigné à recommencer une besogne déjà faite, et si un aide, choisi par lui, dressé par lui, opérant avec les mêmes instruments que lui, trouvait d'autres chiffres que lui, que pouvons-nous en conclure, sinon que les résultats du procédé dépendaient de la main de l'opérateur ? Il suffit d'une légère inclinaison de plus ou de moins pour faire varier notablement la quantité de plomb qui pénètre dans un crâne; il suffit ensuite de verser ce plomb plus ou moins vite dans le tube gradué, pour faire varier notablement la place qu'il y occupe. Que Morton fût parvenu à opérer toujours exactement de la même manière et à obtenir toujours, sur un même crâne, le même résultat, à moins d'un centième près, je veux bien le croire; mais cette « remarquable exactitude », qu'il attribuait à son procédé, ne faisait honneur qu'à son habileté manuelle, acquise après une longue

Sam.-G. Morton. Philad., 1849. Cette introduction a été réimprimée par M. Aitken Meigs en tête de son *Catalogue of Human Crania in the Collection of the Academy of Natural Sciences of Philadelphie*. 1857, in-8°.

1. Catalogue de Meigs, *Introd.*, p. 16-17.

2. *Loc. cit.*, p. 16. Les mots *capacité absolue* sont soulignés dans le texte. On remarquera que Morton ne mesurait que les *pouces cubes* et ne se préoccupait pas des fractions. Par conséquent, ses mesures étaient prises seulement à un centième près ou environ, car le pouce cube anglais vaut un peu plus de 16 centimètres cubes (16^{cc},386).

pratique. Un autre, à sa place, aurait pu acquérir la même habileté, et parvenir à des résultats aussi constants et pourtant différents des siens. Quant à la conviction qu'il exprimait d'avoir enfin déterminé la capacité *absolue* du crâne, on verra bientôt combien elle était peu fondée.

Lorsque, en 1861, je m'occupai pour la première fois du cubage des crânes, étude jusqu'alors entièrement négligée en France, je donnai tout d'abord la préférence au procédé de Morton (1), qui me paraissait plus exact que les autres; mais ma confiance fut de peu de durée. MM. les docteurs Bertillon et Chavassier, membres de la Société d'anthropologie, voulurent bien assister à mes premiers essais. Le même crâne fut cubé successivement un grand nombre de fois par chacun de nous, et nous donna une capacité qui variait entre 1281 et 1321. Cet écart de 40 centimètres cubes représentait la trente-deuxième partie de la capacité totale (2). Il y avait loin de là à l'erreur de moins d'un centième annoncée par Morton; chaque fois, cependant, nous avions incliné le crâne en tous sens, nous l'avions frappé et secoué pour tasser le plomb, jusqu'à ce qu'il parût exactement plein. J'essayai alors d'agir sans secousses, en inclinant simplement le crâne à plusieurs reprises en avant et en arrière; je savais bien que, de la sorte, la quantité de plomb introduite dans le crâne serait moindre; mais j'espérais que l'opération, simplifiée et régularisée par la suppression de l'action si variable des secousses, donnerait du moins des résultats plus uniformes. Or l'écart devint, au contraire, beaucoup plus grand. La capacité mesurée par ce moyen variait de 1250 à 1311, soit de 61 centimètres cubes, ou d'un vingtième.

Ces essais étaient peu encourageants. Quoique je n'eusse pas encore analysé toutes les conditions du problème, il était déjà évident pour moi que les grains de plomb ne se répartissaient pas dans le crâne d'une manière uniforme, qu'il restait entre eux des vides plus ou moins grands, dépendant de la direction suivant laquelle ils pénétraient, de la rapidité avec laquelle ils s'é-

1. Il m'avait paru tout à fait inutile de faire construire, pour le cubage, l'appareil compliqué imaginé par Phillips. Je m'étais servi simplement d'une éprouvette en verre, graduée expérimentalement de 5 en 5 millimètres cubes.

2. *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1re série, t. III, p. 105. Février 1862 et dans P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I, p. 350.

coulaient, de la forme des saillies et des anfractuosités de la base du crâne sur lesquelles ils s'adossaient ; que les secousses et les inclinaisons en sens divers ne suffisaient pas pour uniformiser ces vides, et que les causes mécaniques qui intervenaient dans les divers temps de l'opération étaient trop complexes et trop subtiles pour pouvoir être régularisées. Cette objection me paraissait applicable non-seulement au procédé de Morton, mais encore à tous les procédés de jaugeage par les substances solides. Les liquides seuls, grâce à leur homogénéité et à leur incompressibilité, peuvent jauger exactement une cavité aussi irrégulière que le crâne. Je ne pouvais cependant songer à ressusciter le procédé de Saumarez et de Virey, procédé inacceptable dans la pratique, car si l'on peut, à force de patience, mastiquer tous les trous, grands et petits, du crâne, de manière à empêcher les fuites, on ne peut empêcher l'eau de s'imbiber plus ou moins dans les porosités si variables des os. Je ne tardai pas d'ailleurs à découvrir une autre cause d'erreur commune à tous les procédés de jaugeage usités jusqu'alors. Lorsque le crâne est renversé sur sa voûte pour le jaugeage et que le trou occipital regarde directement en haut, il reste souvent, au-dessus du plan de ce trou, un espace notable correspondant soit aux fosses cérébelleuses, soit aux régions mastoïdiennes : pour remplir cet espace avec la substance jaugeante, il faudrait soulever la partie antérieure du crâne, mais alors un vide égal se produirait en avant, et l'erreur persisterait.

Je fus ainsi conduit à imaginer un procédé qui me paraissait propre à lever ces difficultés et qui, en théorie, pouvait être considéré comme presque rigoureux : je fis faire une vessie en caoutchouc vulcanisé à paroi mince, capable de recevoir, sans aucune distension, un peu plus de 1 litre d'eau et d'en recevoir 2 litres sous la pression d'une colonne de 1 mètre ; je déterminai d'abord expérimentalement, en centimètres cubes, le volume de la paroi de caoutchouc. Cette constatation faite une fois pour toutes, le cubage se faisait de la manière suivante : la vessie, entièrement vide, était introduite dans le crâne à travers le trou occipital, le robinet seul restant au dehors. On pesait le tout ensemble, puis on injectait de l'eau dans la poche jusqu'à ce que la paroi distendue, s'appliquant exactement sur toute la surface

interne du crâne, vînt faire une légère saillie dans les orbites au niveau des fentes sphénoïdales. On fermait alors le robinet et on faisait une nouvelle pesée ; la différence des deux poids donnait, en grammes, c'est-à-dire en centimètres cubes, la quantité d'eau introduite dans le crâne, et, en y ajoutant le volume du caoutchouc, on obtenait la capacité du crâne.

L'expérience réussit, ou plutôt parut réussir, sur un premier crâne, puis sur un second. Au troisième, la poche se rompit avant d'être distendue. Je supposai qu'elle était trop mince; j'en fis faire une autre plus forte, mais elle se rompit au premier essai. En comparant les deux ruptures, je reconnus qu'elles avaient eu lieu exactement au même point, et que dans les deux cas les poches étaient venues se couper sur la lame carrée qui forme le bord postérieur de la selle turcique (1). Sur beaucoup de crânes, ce bord, mince et presque tranchant, forme une saillie assez forte pour perforer le caoutchouc distendu.

Obligé de renoncer à ce procédé, je revins au procédé de Morton. J'étudiai les causes qui s'opposaient à la répartition des grains de plomb introduits dans le crâne. Je reconnus qu'après avoir rempli le crâne autant que possible par inclinaison, par secousses et par la pression du doigt sur le trou occipital, on pouvait encore y produire un vide très considérable en le bourrant avec un fuseau long et conique; que le plomb, refoulé par cet instrument, ne reprenait pas sa place première, qu'il se réfugiait et se tassait vers la périphérie ; qu'enfin, lorsqu'on comblait au fur et à mesure le vide produit par chaque coup de fuseau, le plomb finissait par remonter dans les parties de la boîte crânienne situées au-dessus du plan du trou occipital. En continuant toujours à bourrer, on sentait la résistance s'accroître; puis il arrivait un moment où le fuseau ne pénétrait plus. Le crâne était alors rempli *au maximum*, et il ne s'agissait plus que de le vider dans une mesure graduée (2).

La quantité supplémentaire du plomb que l'action du fuseau faisait pénétrer dans un crâne préalablement rempli par le pro-

1. *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1re série, t. III, p. 104 (1862). et dans P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I, p. 349.
2. *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1re série, t. III, p. 105-106. 1862, et dans P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I, p. 350-351.

cédé ordinaire atteignait ordinairement et dépassait souvent 60 centimètres cubes.

Le procédé ainsi régularisé me fournit des résultats qui me parurent tout à fait satisfaisants. Un crâne, jaugé plusieurs fois de suite, soit par moi-même, soit par mes aides, donnait des mesures qui variaient rarement de plus de 5 centimètres cubes. Pendant plusieurs années, de 1861 à 1865, je ne procédai pas autrement.

Le vase gradué dont je me servais alors était une éprouvette graduée, de 1 litre de capacité et haute de 30 centimètres. Cette éprouvette s'étant ébréchée, j'en commandai une autre plus étroite et haute de 43 centimètres, afin d'avoir des divisions plus espacées et d'une lecture plus facile. Avant de m'en servir, je voulus la vérifier. Je mesurai donc 1 litre de plomb dans le litre officiel en étain, et je le transvasai dans ma nouvelle éprouvette. Je trouvai un déficit de 32 centimètres cubes, et je pensai tout d'abord que l'éprouvette était fausse. Mais, ayant répété l'expérience avec de l'eau, puis avec du mercure, je trouvai qu'elle était parfaitement juste, et dès lors il fut évident que le volume du plomb variait beaucoup suivant la hauteur des vases.

J'avais bien toujours pensé que le plomb devait se tasser d'autant plus qu'il tombait de plus haut; mais j'avais supposé que, dans des vases de peu de hauteur comme ceux dont on se sert pour cuber les crânes, cette cause ne devait produire que des différences insignifiantes, et je fus bien étonné, je l'avoue, de constater qu'en passant d'un vase à l'autre, j'obtenais un écart équivalent environ à la trentième partie du volume total.

Cette découverte me déconcerta quelque peu. J'avais cru jusqu'alors que la seule difficulté consistait à régulariser et à uniformiser l'opération du *jaugeage;* la seconde opération, celle du *cubage*, ne m'avait nullement préoccupé; il se trouvait cependant qu'elle était trompeuse, et d'autant plus trompeuse qu'on s'en était moins méfié jusqu'alors. J'essayai donc de supprimer cette seconde opération et de revenir au procédé des pesées, c'est-à-dire à la détermination du volume par le poids. Mais les nombreuses expériences que je fis dans ce but me prouvèrent d'une part que les substances légères, telles que le mil ou le sable, ne valaient rien pour le jaugeage, et que d'une autre part le plomb,

seul capable de donner un jaugeage correct, était trop lourd pour donner des pesées exactes sur des balances ordinaires; d'ailleurs, le procédé des pesées exige la détermination préalable du poids spécifique de la substance employée; or cette détermination ne peut se faire que par un cubage préalable dans un vase cylindrique, opération trompeuse, comme on vient de le voir.

Je me résignai donc à reprendre le procédé du cubage, et de même que j'avais réussi à régulariser la jauge à l'aide du fuseau, je me proposai de régulariser à son tour l'opération du cubage. Cela me conduisit à étudier les conditions qui font varier le volume du plomb dans les vases gradués. Mais je reconnus bientôt que ces conditions étaient extrêmement complexes. Le volume du plomb ne dépend pas seulement de la hauteur des vases; il dépend aussi du mode d'introduction, de la rapidité de l'écoulement, de la largeur du goulot de l'entonnoir, de la situation de ce goulot, de sa direction. Lorsque ces conditions sont fixées par une instrumentation spéciale et par un *modus faciendi* invariable, le cubage donne des résultats sinon absolument constants, du moins presque constants. J'adoptai donc un procédé dont tous les détails étaient réglés. Ce procédé, que j'ai suivi jusqu'à ces derniers temps, était tout à fait semblable à celui que je fais connaître aujourd'hui; il n'en différait que par la hauteur un peu plus considérable de l'éprouvette et par la largeur de l'entonnoir, dont le goulot n'avait que 15 millimètres de diamètre au lieu de 20.

J'étais ainsi parvenu à des résultats qui pouvaient paraître satisfaisants. En cubant plusieurs fois de suite le même crâne, j'étais sûr de ne pas obtenir des écarts de plus de 4 à 5 centimètres cubes. Mon ancien procédé, appliqué avec une attention suffisante, arrivait presque au même degré de précision; le nouveau était toutefois plus commode, plus rapide et moins fatigant. Cela n'aurait peut-être pas suffi pour déterminer mon choix si je n'avais cherché à comparer les résultats des deux procédés. Ayant pris une quantité de plomb équivalente à la capacité d'un crâne ordinaire, et l'ayant mesurée plusieurs fois de suite, d'abord dans ma première éprouvette, puis dans mes nouveaux vases, ceux-ci me donnèrent une augmentation d'environ 10 centimètres cubes, qui détermina ma préférence.

Il était clair toutefois qu'il ne suffisait plus de régulariser la double opération du jaugeage et du cubage ; c'était quelque chose, sans doute, de pouvoir compter sur la constance des résultats obtenus sur un même crâne et d'avoir la certitude que les résultats obtenus sur des crânes différents pouvaient être comparés entre eux sans erreur. Mais il restait toujours une objection sérieuse : si mes deux procédés étaient égaux en précision et en constance, il était clair qu'ils n'étaient pas égaux en exactitude, puisqu'ils donnaient des chiffres différents. J'avais instinctivement accordé la préférence à celui qui fournissait les chiffres les plus forts, mais rien ne prouvait qu'il approchât plus que l'autre de la capacité *réelle* du crâne. Je n'avais donc aucun argument à invoquer en sa faveur, si ce n'est qu'il était à ma convenance. Je l'enseignai aux élèves de mon laboratoire et il fut accepté à Paris, mais je n'avais aucun motif de croire qu'il eût la chance d'être adopté ailleurs et je jugeai superflu de le publier. Je ne l'employai d'ailleurs moi-même qu'à titre provisoire, car j'avais conçu dès lors le plan des recherches que je publie aujourd'hui.

Dès le moment qu'une quantité déterminée de plomb pouvait, au gré des circonstances, prendre un volume plus ou moins considérable, il n'y avait plus qu'un moyen de connaître exactement la capacité du crâne : c'était de combiner le cubage de manière à rendre au plomb, dans les vases gradués, un volume égal à l'espace qu'il avait occupé dans le crâne.

Pour cela, il fallait d'abord étudier complétement les conditions qui peuvent exercer quelque influence sur le volume d'une masse de plomb ou de toute autre masse granuleuse, étude longue et compliquée qui exigeait d'innombrables expériences de physique. J'ai dû me résoudre à faire moi-même toutes ces expériences, car la *granulistique* (c'est le nom qu'on peut donner à cette partie de la physique) n'est pas même mentionnée dans les écrits des physiciens, quoiqu'elle soit digne cependant de toute leur attention.

Connaissant une fois les conditions de l'équilibre et du mouvement des grains, je pouvais à mon gré accroître ou diminuer, dans une certaine limite, le volume d'une masse de plomb et je pouvais par conséquent chercher le moyen de donner au plomb

de la jauge crânienne un volume égal à la capacité réelle du crâne.

Pour résoudre ce problème, j'ai procédé de la manière suivante : j'ai d'abord déterminé par le jaugeage au mercure, qui peut être rendu à peu près rigoureux, la capacité *absolue* d'un crâne; j'ai obtenu un nombre de centimètres cubes que j'appelle V.

Puis j'ai rempli ce crâne de plomb au maximum, à l'aide du bourrage, opération déjà régularisée et devenue assez fixe entre mes mains pour que le poids des diverses jauges ne variât pas plus de 20 à 30 grammes, représentant moins de 5 centimètres cubes. D'un grand nombre d'expériences j'ai déduit le poids moyen de la jauge de plomb et j'ai appelé P ce poids moyen.

Alors j'ai pris cette quantité P de plomb et je l'ai introduite dans des vases gradués suivant des procédés divers qui en faisaient varier le volume. Lorsque ce volume V′ était plus grand que V, cela voulait dire que le plomb était moins tassé dans les vases que dans le crâne et que le procédé était inexact; lorsque, au contraire V′ était plus petit que V, cela voulait dire que le plomb était trop tassé dans les vases et que le procédé était encore inexact. Enfin j'ai pu combiner les conditions du cubage de telle sorte que V′ devînt égal à V, et j'ai pu alors considérer le problème comme résolu.

Mais il n'est résolu que par rapport à des conditions déterminées, et il ne le serait plus si l'une quelconque de ces conditions venait à varier, à moins toutefois que l'on ne fît varier en même temps quelque autre condition compensatrice. Le procédé que je propose aujourd'hui aux craniologistes n'est donc pas le seul qui soit exact; par exemple, on pourrait arriver expérimentalement à la même exactitude en augmentant à la fois la hauteur des vases gradués et la largeur de l'entonnoir; mais il faudrait recommencer toute une longue série de tâtonnements, et le lecteur jugera peut-être plus commode d'accepter les combinaisons instrumentales que j'ai laborieusement déterminées.

Si ce procédé minutieux, beaucoup moins compliqué d'ailleurs en réalité qu'en apparence, n'a pas l'avantage de réunir les suffrages des anthropologistes, j'espère du moins que la nécessité d'adopter le jaugeage au plomb et de régulariser le cu-

bage, en convenant de se servir d'un appareil instrumental invariable, ressortira clairement de l'exposé de mes expériences.

J'aurais voulu pouvoir épargner au lecteur cet exposé aride et plein de détails fatigants, qui pour la plupart seraient mieux placés dans un traité de physique ; mais, les physiciens ayant négligé les questions que j'ai dû étudier, je n'ai pu renvoyer à à leurs écrits.

§. 3. — *Étude et appréciation des procédés.*

Je passerai successivement en revue tous les procédés connus. Ils se rattachent à trois méthodes : 1° la méthode des moules intracrâniens ; 2° le jaugeage avec les liquides ; 3° le jaugeage avec les corps solides granuleux.

I. Méthode des moules intracraniens. — Dans ma première communication sur le cubage des crânes, je m'exprimais ainsi :

« Le seul procédé rigoureux consisterait à prendre au moyen de la gélatine le moule intérieur du crâne, à faire ensuite, à l'aide de ce premier moule, un moule en plâtre que l'on vernirait et que l'on plongerait dans l'eau. Le volume de l'eau déplacée, exprimé en centimètres cubes, indiquerait exactement la capacité du crâne. Mais ce procédé nécessite une coupe qui détériore le crâne ; il est très-long, très-coûteux, et n'est nullement applicable à des recherches étendues (1). »

Je ne reparlerais pas de ce procédé, que je n'ai jamais eu l'intention de mettre en pratique, si M. le docteur Jacquart, aide-naturaliste au Muséum, n'avait proposé à son tour de l'adopter comme supérieur en exactitude à tous les autres (2). Je dois donc

1. *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 20 fév. 1862, 1re série, t. III, p. 103 et P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I, p. 348.—Je ne connaissais pas alors la discussion qui avait eu lieu sur ce sujet, en septembre 1862, dans la réunion des anthropologistes tenue à Gottingue sous la direction de de Baer et de Rod. Wagner, réunion dont le compte rendu n'a été publié qu'ultérieurement (voir *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 21 août 1862). Wagner avait d'abord espéré que la capacité relative des crânes pourrait être évaluée d'après le poids relatif de leurs moules intracrâniens (il s'agissait de moules en plâtre); mais il avait renoncé à ce procédé après avoir constaté que le poids spécifique du plâtre est extrêmement variable. (Voir Baer und Rud. Wagner, *Bericht*, p. 40, 41). M. Welcker, dans un ouvrage publié dans l'été de 1862, a fait remarquer que ce n'était pas le poids, mais le volume du moule en plâtre qu'il s'agissait de déterminer, et qu'on pourrait y parvenir aisément en vernissant le modèle, en le plongeant dans l'eau, et en mesurant le volume d'eau déplacé. Mais il ne paraît pas qu'il ait appliqué ce procédé. (Welcker, *Ueber Wachsthum und Bau des menschlichen Schaedels*. Leipzig, 1862, in-4°, p. 35, en note.)

2. Henri Jacquart, *Nouveau procédé pour mesurer le volume de l'encé-*

dire aujourd'hui que cette exactitude, à laquelle j'ai d'abord cru comme lui, est tout à fait illusoire; car j'ai reconnu depuis que les moules en plâtre ont un volume notablement supérieur à celui des corps dont ils reproduisent la forme. On savait déjà que le plâtre, en s'hydratant pour se solidifier, prend un certain accroissement de volume; mais on croyait que cet accroissement était minime; on ne soupçonnait pas, par exemple, qu'il pût aller jusqu'à augmenter de 3 à 4 millimètres le diamètre antéro-postérieur du crâne, et de 6 à 8 millimètres la circonférence horizontale (1). Sur un moule intracrânien, lequel est nécessairement plus petit que le crâne même, les différences seraient moindres sans doute, absolument parlant; mais elles seraient relativement les mêmes, et je suppose qu'il pourrait en résulter pour le volume total un excédant de 60 à 70 centimètres cubes.

Cette méthode est donc des plus infidèles, et elle l'est à plus forte raison si, à l'exemple de M. Lucæ, on emploie, à la place des moules en plâtre, les moules en gélatine. Cet auteur se proposait moins d'étudier la capacité absolue du crâne que de comparer entre elles les capacités relatives des trois vertèbres crâniennes. Il divisait donc ses moules de gélatine en trois tronçons, qu'il pesait séparément (2). M. Welcker ayant signalé l'infidélité de ce procédé, M. Lucæ ne tarda pas à y renoncer lui-même; il revint donc au procédé du mil. Pour déterminer la capacité totale, il remplissait le crâne entièrement et cubait ensuite le mil dans un vase gradué en centimètres cubes. Pour déterminer la capacité relative des trois vertèbres crâniennes, il pratiquait la coupe médiane du crâne, et séparait, sur l'une des deux moitiés, les trois chambres antérieure, moyenne et postérieure, à l'aide de deux minces cloisons de gutta-percha. Chacune des chambres était remplie de mil et cubée isolément (3).

II. Jaugeage avec les liquides. — Les substances liquides sont les seules qui puissent se répartir uniformément dans une

phale et la capacité du crâne, dans *Mém. de la Soc. de biol.*, 1863, série 3, t. V, p. 129.

1. Broca, *Incertitude des mesures prises sur les crânes moulés en plâtre*, dans *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, série 1, t. V, p. 435 et 449 (1864) et P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I. p. 227.

2. Lucæ, *Zur Morphologie der Rassen Schaedel*, Ire partie. Francfort, 1861. In-4°, p. 25.

3. Lucæ, *loc. cit.*, IIe partie, p. 11. Francfort, 1865, in-4°. Voir, p. 45, les résultats du cubage.

cavité irrégulière comme la boîte crânienne ; seules par conséquent elles peuvent donner un jaugeage exact. Mais elles sont d'un maniement tellement difficile qu'elles ne peuvent servir à constituer un procédé acceptable dans la pratique. Les liquides susceptibles de s'imbiber dans les parois osseuses ou seulement de les mouiller exposent à de graves erreurs. Il ne reste donc que le mercure, et le jaugeage au mercure constitue une expérience de physique qui exige les plus grandes précautions. Toutefois, comme cette expérience est la seule qui permette de déterminer la capacité *absolue* du crâne, il m'a paru nécessaire de la faire au moins sur un crâne, afin d'avoir un terme de comparaison et comme une pierre de touche dans l'appréciation du degré d'exactitude des autres procédés.

1° Jaugeage au mercure. — On sait avec quelle facilité le mercure filtre à travers les moindres fissures et s'insinue dans les moindres trous. Lorsqu'on a exactement bouché les ouvertures de l'orbite, celles de la base du crâne, celles des oreilles, celles des veines émissaires, on est encore exposé à voir le liquide s'échapper par des orifices presque microscopiques, qui quelquefois ne communiquent avec la cavité crânienne que par des voies indirectes.

L'expérience ne peut donc réussir que sur les crânes dont toutes les sutures sont ossifiées, et dont les parois n'offrent aucune porosité.

Parmi les crânes extraits en 1866 de l'ossuaire de l'ancienne église Sainte-Marine, sur l'emplacement du nouvel Hôtel-Dieu, il s'en est trouvé un qui m'a paru réunir toutes les conditions désirables. Ce crâne est celui d'un vieillard du sexe masculin ; toutes les sutures sont effacées, les parois sont épaisses, très-denses et même éburnées ; elles ne laissent filtrer ni l'eau ni le mercure. En outre, la conformation de ce crâne est telle, que, lorsqu'il repose sur sa voûte, les bosses cérébelleuses restent entièrement au-dessous du plan du trou occipital ; les substances solides ou liquides introduites à travers ce trou peuvent donc remplir toute la cavité crânienne sans que l'action de la pesanteur y fasse obstacle.

Par conséquent, sous le triple point de vue de sa solidité, de sa densité et de sa forme, le crâne du vieillard de Sainte-Marine

se prêtait mieux que tout autre à l'étude comparative des procédés de cubage. Il a été cubé plusieurs centaines de fois soit par moi-même, soit par mes collaborateurs. Il est connu dans mon laboratoire sous le nom de *crâne étalon*.

Pour pratiquer le jaugeage au mercure, j'ai d'abord luté avec de la cire les ouvertures des orbites, puis j'ai étalé une couche de cire sur toute la base du crâne, à l'exception du trou occipital; j'ai ensuite coulé du plâtre dans les fosses nasales pour boucher les trous de la lame criblée et l'ouverture du sinus sphénoïdal; enfin j'ai coulé par-dessus le tout une couche épaisse de plâtre, qui emprisonnait toute la face et toute la base du crâne jusqu'au trou occipital.

Le crâne ainsi préparé a été renversé sur sa voûte et assujetti dans une direction telle que le plan du trou occipital parût horizontal; puis il a été rempli de mercure. Plusieurs fuites capillaires, qui se sont produites surtout vers la fin de l'expérience, ont été arrêtées avec de la cire.

Le mercure a été ensuite vidé dans un vase et pesé avec les balances de précision du laboratoire de chimie de la Faculté de médecine. Il pesait 19 317 grammes.

Dans une seconde expérience faite immédiatement après, le crâne a reçu seulement 19 250 grammes de mercure.

Cette différence de 67 grammes, représentant environ 3 centimètres cubes, prouvait que l'attitude du crâne n'avait pas été exactement la même dans les deux expériences. Il était probable que la seconde fois le crâne avait été légèrement incliné en avant et qu'il était resté en arrière, dans les fosses cérébelleuses, un petit vide au-dessus du niveau du mercure. Pour supprimer cette cause d'erreur, je bouchai le trou occipital avec une lame de bois que je lutai avec de la cire, et que je consolidai par une coulée de plâtre. Puis, faisant reposer le crâne sur sa base, je pratiquai sur le point culminant du vertex un trou de 3 millimètres de diamètre, destiné à recevoir un entonnoir, et tout près de là un second trou de 1 millimètre, sorte de soupirail destiné à laisser passer l'air expulsé par le mercure.

Le mercure fut alors introduit par l'entonnoir. Cette fois le crâne reçut 19 307 grammes.

La température du laboratoire était à + 14 degrés. On sait que

la densité du mercure, à zéro, est de 13,5960 ; à + 14 degrés elle n'est que de 13,5618. Le volume de 19307 grammes de mercure à + 14 degrés est donc de $\frac{19\ 307}{13{,}5618} = 1423^{cc}{,}6$.

Dans les deux premières expériences, où le mercure avait été versé par le trou occipital, le rapport du poids à la densité du mercure donnait $1424^{cc}{,}3$ et $1419^{cc}{,}4$. Mais j'avais supposé que la seconde était entachée d'inexactitude. Cette supposition se trouvait confirmée par les résultats de la troisième expérience, qui était à l'abri de toute cause d'erreur (1), et qui d'ailleurs s'accordait presque rigoureusement avec la première.

Je crois donc pouvoir fixer, en nombre rond, *à 1424 centimètres cubes la capacité du crâne étalon.*

Il m'a paru utile de détailler ces faits pour montrer que, s'il est possible de déterminer la capacité absolue d'un crâne, ce résultat ne peut être obtenu que par des expériences longues, compliquées et difficiles (2).

1. Je m'étais préoccupé, avant de faire cette troisième expérience, d'une cause d'erreur qui me semblait de nature à ajouter à la capacité réelle du crâne un supplément de quelques centimètres cubes. Sur le crâne sec, le fond du conduit auditif interne est criblé d'un grand nombre de petits trous qui communiquent avec le labyrinthe, et par là avec l'oreille moyenne et avec les cellules mastoïdiennes. Ces trous sont tellement petits, qu'une couche mince de mercure pourrait reposer sur eux sans y pénétrer ; mais, lorsqu'on remplit le crâne par en haut, le fond du conduit auditif interne supporte le poids d'une colonne de mercure de plus de 10 centimètres, et il est inévitable que le liquide pénètre dans les cavités de l'oreille. Par conséquent, si j'avais déterminé le poids du mercure en pesant d'abord le crâne vide, puis le crâne plein, et en faisant la différence, j'aurais accru la capacité du crâne de celle de l'oreille interne, de la caisse du tympan et des cellules mastoïdiennes, le tout pouvant s'élever à 6 centimètres cubes, ou même plus. Mais, en vidant le mercure dans un vase avant de le peser, il devrait en être autrement. Il me paraissait très-probable, en effet, que le mercure introduit dans l'oreille interne à la faveur d'une forte pression, ne repasserait pas aisément à travers les trous presque microscopiques du conduit auditif interne. L'événement a prouvé que cette supposition était exacte. Quoique je fusse bien certain d'avoir entièrement vidé toute la boîte crânienne, de n'y avoir pas même laissé un globule de mercure, j'ai pu, au bout de quelques semaines, en retirer plusieurs grammes de ce métal, qui y était rentré par une sorte de suintement. En plaçant le crâne sur le côté, de manière à élever l'une des apophydes mastoïdes, je pouvais rendre le suintement plus rapide, et obtenir en une semaine jusqu'à 5 ou 6 grammes de mercure. Trois ans après l'expérience, j'ai pu en retirer encore 23 grammes en deux fois. J'évalue à environ 60 grammes la quantité de mercure que j'en ai ainsi extraite après coup. Cela fait environ 5 centimètres cubes, qui ne peuvent provenir que des cavités de l'oreille, puisque les parois du crâne sont éburnées et que toutes les ouvertures de la base du crâne ont été solidement bouchées.

2. Mon savant collègue de la Société d'anthropologie, M. Nicolas de Khanikoff, a bien voulu, à ma demande, procéder de son côté à l'expérience du cubage au mercure, et je ne surprendrai personne en disant qu'il a obtenu des résultats parfaitement rigoureux. En cubant quatre fois de suite le même crâne, sous une température de + 18 degrés, il a trouvé un maximum de 1,502 centimètres cubes

2° JAUGEAGE A L'EAU. — Ce procédé, qui fut le premier en date, et à l'aide duquel Saumarez, Virey et Palissot de Beauvois s'étaient efforcés de déterminer la capacité relative du crâne du blanc et du nègre, de l'homme et de la femme (1), n'avait été repris après eux que par Volkoff et paraissait oublié, lorsque Huschke, en 1854, essaya de le réhabiliter (2). Suivant cet auteur, l'eau avait, sur les substances solides et granuleuses, l'avantage de remplir le crâne et remplacer sans erreur le cubage par une simple pesée, chaque gramme d'eau représentant 1 centimètre cube. Il bouchait donc avec du papier ou avec de la cire tous les trous du crâne, à l'exception du trou occipital, et, croyant avoir ainsi transformé la voûte crânienne en un vase imperméable, il la jaugeait avec de l'eau. La capacité totale une fois déterminée par ce moyen, il mesurait de la même manière la capacité de la vertèbre frontale et celle de la loge cérébelleuse de l'occipital. Pour cela, il pratiquait sur la voûte du crâne une coupe oblique, qui d'une part commençait au bregma, et d'une autre part aboutissait à l'écaille occipitale immédiatement audessus de la protubérance occipitale externe. Il détachait ainsi une petite calotte qui comprenait environ la moitié de la voûte crânienne et il pouvait, à travers cette large ouverture, jauger séparément, avec de l'eau, la loge frontale et la loge cérébelleuse. Retranchant alors de la capacité totale du crâne la somme des capacités de ces deux loges, il obtenait un reste qui représentait, suivant lui, la capacité de la vertèbre moyenne, ou pariétale.

Quand même ce procédé aurait réellement donné, ce que je nie, les capacités respectives des trois vertèbres crâniennes, on devrait le rejeter absolument parce qu'il exige une coupe toute spéciale, et la moins instructive de toutes, une coupe qui exclut les autres et qui mutile gravement le crâne. Mais on peut se demander du moins si le jaugeage à l'eau, appliqué au crâne entier, mérite la confiance que Huschke lui a accordée.

Lorsque j'ai commencé mes expériences sur ce procédé, j'étais

et un minimum de 1501,5. Cette différence d'un demi-centimètre cube est tout à fait insignifiante.

1. Voir plus haut, p. 7-8.
2. Huschke, *Schaedel, Hirn und Seele*. Iena, 1854, in-fol., p. 45.

certain d'avance qu'il serait infidèle. Le mercure ne passe que dans les trous; mais l'eau s'imbibe dans le tissu même des os, et s'y imbibe en quantité variable et indéterminée. Mouillez avec un linge, pendant une minute seulement, la surface extérieure de la voûte du crâne, essuyez-la aussitôt, et vous constaterez à la balance que le poids du crâne s'est accru de 8 ou 10 grammes.

La différence fournie par la pesée du crâne vide et celle du crâne plein d'eau est donc tout à fait trompeuse. Essayera-t-on de vider le crâne dans un vase et de peser directement l'eau qu'on en retire? Autre erreur bien plus grande encore; car il reste toujours, sur la face interne du crâne, surface qu'on ne peut essuyer, une très-grande quantité d'eau. On peut donc, suivant que l'on procède par pesée directe ou par pesée différentielle, obtenir un chiffre bien supérieur ou bien inférieur à la capacité réelle du crâne. C'est ainsi que diverses expériences faites sur le crâne étalon m'ont donné 1 311, 1 323, 1 394, 1 420 et 1 445 grammes. Il n'est cependant pas impossible d'éliminer les causes qui produisent d'aussi grandes variations. J'y suis parvenu de la manière suivante :

On commence par remplir le crâne d'eau. Au bout de quelques heures, lorsqu'on suppose que l'imbibition des parois est à peu près complète, on vide le crâne. On le laisse égoutter jusqu'au lendemain. Il est probable qu'alors la couche de liquide qui était restée sur la paroi interne est imbibée ou évaporée, que par conséquent la cavité est bien vide. Il est probable en outre que l'eau qu'on versera de nouveau dans cette cavité ne s'imbibera pas d'une manière notable, pendant la durée de l'expérience, puisque les couches internes de la paroi crânienne sont encore presque saturées d'eau. On pèse donc le crâne vide; puis on le remplit; on le pèse de nouveau, et on fait la différence.

J'ai fait cette expérience à plusieurs reprises sur le crâne étalon, tel que je l'avais préparé pour la troisième expérience du jaugeage au mercure. J'ai évité ainsi le premier temps de l'opération, celui qui consiste à boucher hermétiquement tous les trous du crâne. Je ne m'explique pas comment Huschke a pu croire qu'il bouchait tous ces trous avec du papier ou de la cire (*mit Papier oder Wachs*); il oubliait sans doute que la lame criblée, toujours située au-dessous du plan du trou occipital,

lorsque le crâne est retourné pour le jaugeage, laisse couler le liquide dans les fosses nasales, d'où il retombe dans les sinus frontaux et sphénoïdaux. Je n'avais pas à me préoccuper de cette cause d'erreur avec le crâne étalon, dont les fosses nasales avaient été oblitérées par une coulée de plâtre.

Le crâne étalon reposant sur sa base, l'eau y a été introduite à travers le trou percé sur le vertex. Les précautions ont été prises pour empêcher ce liquide de mouiller la face extérieure du crâne.

Les résultats ont été passables. La différence des pesées m'a donné une première fois 1 410 grammes; une seconde fois, 1 402; une troisième, 1 414. Ces variations sont légères; elles n'atteignent pas 1 pour 100 de la capacité jaugée. Mais, pour les réduire à ce taux minime, il faut accumuler plus d'opérations, prendre plus de précautions et perdre plus de temps que lorsqu'on pratique le jaugeage au mercure. Ces expériences ont été faites sous des températures de 18 et de 20 degrés, c'est-à-dire de 10 degrés environ au-dessus du maximum de densité de l'eau; à la température de + 4 degrés le gramme représente exactement 1 centimètre cube; à + 20 degrés, il représente 1 centimètre cube + $\frac{179}{100\,000}$. Par conséquent, 1 414 grammes représentent 1 416,53 centimètres cubes et 1 402 grammes représentent 1 404,50 centimètres cubes. L'écart entre ces deux extrêmes est de 12 centimètres cubes, c'est-à-dire de moins d'un centième, et cette variation serait acceptable en elle-même; mais on remarquera que la plus forte jauge à l'eau est restée inférieure de près de 8 centimètres cubes à la capacité donnée par le mercure. J'ai commis sans doute quelque erreur d'expérimentation, que des essais ultérieurs auraient pu m'apprendre à éviter. Somme toute, ce n'est pas l'inexactitude des résultats qui doit faire condamner le jaugeage à l'eau. Mais il est évident que ce procédé est trop compliqué pour qu'on puisse l'admettre dans la pratique, et que si on ne l'emploie que pour déterminer la capacité d'un crâne étalon, il est bien inférieur en précision au jaugeage au mercure.

3° Jaugeage a l'eau et au ballon de caoutchouc. — J'ai déjà parlé de mes premières expériences sur ce procédé de jaugeage,

et de la cause qui les avait fait échouer. (Voir plus haut p. 19-20.) On n'a pas oublié que la poche de caoutchouc, distendue par le liquide, venait se couper sur le bord aminci de la lame carrée du sphénoïde.

Avant d'abandonner définitivement ce procédé, j'ai tenté de l'appliquer avec une légère modification qui m'a paru de nature à diminuer les chances de la rupture. J'ai fait faire une poche de caoutchouc vulcanisé d'une capacité supérieure à celle du plus grand crâne. Elle pouvait recevoir, sans distension, près de 2 litres d'eau. Il me paraissait probable que dès lors, n'étant pas distendue par le liquide qu'on y injectait, elle pourrait se mouler sans se déchirer sur les saillies intérieures des os du crâne.

Le volume de la paroi de la poche vide, déterminé par le procédé du déplacement de l'eau dans une éprouvette, était de 55 centimètres cubes. Ce chiffre devait être ajouté à toutes les pesées. En outre, la température du laboratoire étant de 22 degrés, chaque kilogramme d'eau représentait un volume de 1 002 centimètres cubes.

Première expérience. — La poche, entièrement vidée sous l'eau, est introduite dans le crâne étalon, le robinet fermé. On pèse le tout. On injecte l'eau dans la poche sous une pression de 1 mètre. Nouvelle pesée. La différence est de 1 235 grammes, représentant 1 237 centimètres cubes. On ajoute 55 pour le volume de la poche ; total : 1 292 centimètres cubes.

Deuxième expérience. — On fait pénétrer l'eau sous une pression de 1 mètre et demi. Poids de l'eau : 1 285 grammes, représentant 1 288 centimètres cubes ; volume de la poche : 55 ; total : 1 343 centimètres cubes.

Troisième expérience. — On fait pénétrer l'eau sous une pression de 2 mètres. Poids de l'eau : 1 315 grammes, représentant 1 318 centimètres cubes ; volume de la poche : 55 ; total : 1 373 centimètres cubes (la capacité réelle est de 1 424 centimètres cubes).

Il est probable qu'en augmentant la pression, la quantité d'eau introduite se serait accrue encore. Mais la troisième expérience avait montré que la résistance de la poche était sur le point d'être surmontée. La paroi de caoutchouc, amincie et distendue,

avait en effet formé dans chaque orbite, à travers la fente sphénoïdale, une hernie demi-transparente, qui faisait craindre une rupture. Malgré cela, il restait encore dans le crâne des espaces vides, puisque la capacité mesurée était inférieure de 50 centimètres cubes à la capacité réelle. Tout permet de croire qu'on n'aurait pu remplir ces vides qu'en portant la pression à 3 mètres, et que la poche se serait rompue auparavant.

J'ai jugé inutile de pousser plus loin les essais.

Le jaugeage par les liquides ne paraît donc pas jusqu'ici acceptable dans la pratique, et nous pouvons passer à la troisième méthode.

III. Jaugeage avec les corps solides granuleux. — Cette méthode comprend le procédé du sable, celui du mil et celui du plomb (1). Tous trois peuvent être appliqués de deux manières, suivant qu'on détermine le volume de la substance introduite dans le crâne, par le procédé indirect des pesées différentielles ou par le cubage direct dans un vase gradué. J'ai déjà dit que l'opération du cubage dans un vase gradué est sujette à de graves erreurs. Le procédé des pesées différentielles semble donc, au premier abord, le plus avantageux. Il donne rapidement et sans erreur possible le poids de la substance jaugeante. Mais, si l'on en reste là, on ne connaît pas la capacité du crâne. Ce poids ne dit rien à l'esprit. Passe encore si la substance employée était toujours la même. On s'habituerait à parler par onces ou par grammes; à l'idée du volume on substituerait l'idée du poids, et les comparaisons du moins pourraient se faire. Mais comment comparer les pesées de sable du catalogue de Barnard Davis avec les pesées de mil des tableaux de Tiedemann, ou avec les pesées de plomb que j'ai essayées sur des balances spéciales? Il faut donc, par un moyen quelconque, passer du poids au volume et exprimer celui-ci en mesures cubiques. On reconnaît alors que l'exactitude du procédé des pesées différentielles n'est qu'apparente. L'opération du cubage n'est pas supprimée, puisque c'est elle seule qui peut donner le rapport du poids au volume.

1. L'orge perlé, dont M. Welcker s'est servi, ne diffère pas sensiblement du mil. Je ne l'ai pas expérimenté. A la suite de la communication que j'ai faite à la Société d'anthropologie sur le cubage des crânes, Mme Clémence Royer m'a suggéré l'idée d'expérimenter les petites perles de verre. Je n'ai pas eu le temps, jusqu'ici, d'en faire l'essai.

Au lieu de la faire à la suite de chaque expérience, on la fait une fois pour toutes avant de jauger les crânes; mais on ne peut s'en passer, et si elle est sujette à des erreurs inévitables, ces erreurs entacheront les résultats du procédé des pesées différentielles tout aussi bien que ceux du cubage direct.

On peut répondre, il est vrai, que la détermination du poids spécifique de la substance employée, étant faite une fois pour toutes, n'a pas besoin d'être rigoureusement exacte; que si elle est erronée, l'erreur qui en résultera sera uniforme ou plutôt proportionnelle pour tous les crânes, et que tous les résultats obtenus par le même observateur seront parfaitement comparables entre eux; mais je répondrai à mon tour que ce n'est pas le point de vue où il faut se placer. Il s'agit de tout autre chose. Ce qu'on doit chercher, c'est le moyen de rendre comparables entre eux les faits recueillis par des observateurs différents. Or des mesures basées sur le poids spécifique du plomb de chasse ne pourraient être comparables à des mesures basées sur le poids spécifique du mil ou du sable que si ces poids spécifiques étaient déterminés d'une manière rigoureuse, ce qui est impossible, comme on va le voir, ou si, en les évaluant par approximation, on commettait la même erreur pour chacun d'eux, ce qui est tout aussi impossible, à moins que le hasard ne s'en mêle. Il est donc absolument nécessaire que tous les observateurs conviennent d'employer toujours la même substance; mais cela même ne suffit pas, car cette substance, quelque homogène, quelque invariable qu'on la suppose, donnera des poids spécifiques variables, si l'on ne convient pas en outre de l'introduire toujours d'une manière identique, en quantité égale et avec la même vitesse, dans des vases de même hauteur et de même largeur.

Le procédé des pesées différentielles est donc subordonné, comme le procédé du cubage direct, à l'adoption conventionnelle d'un appareil instrumental et d'un manuel opératoire absolument fixes. L'avantage qui, à première vue, paraissait exister en faveur du premier de ces deux procédés est purement illusoire, et, pour choisir entre eux, nous ne devons nous préoccuper que de chercher quel est celui qui peut le plus aisément se prêter à une réglementation précise; après ces remarques générales, je passerai successivement en revue les trois substances solides qui

ont été employées jusqu'ici dans le cubage des crânes, savoir : le *sable*, le *mil* et le *plomb*.

Je crois devoir indiquer ici, pour abréger les descriptions, quelques-uns des instruments dont je me suis servi dans mes expériences :

L est le litre réglementaire en étain (mesure poinçonnée). Il est haut intérieurement de 175 millimètres et large de 86 millimètres.

A est une éprouvette en verre, cylindrique, graduée, de 1 litre de capacité ; elle est haute de 38 centimètres.

B est une éprouvette graduée de même hauteur, et d'un demi-litre de capacité.

Le *double litre* est un large vase en fer-blanc, d'environ 2 litres de capacité. Je m'en sers pour verser très rapidement la substance jaugeante. C'est ce que j'appelle la *grande vitesse*.

La *manette* est une sorte de demi-gouttière en fer-blanc, dont les épiciers se servent pour manier le riz ou le café. Il faut sept à huit coups de manette pour remplir un vase de 1 litre : c'est la *vitesse moyenne*.

La *petite vitesse* s'obtient à l'aide des entonnoirs. Elle varie suivant la largeur du goulot. J'ai employé divers entonnoirs qui ne différaient que par le goulot. La largeur des goulots est comprise entre 10 et 20 millimètres. Les entonnoirs sont en fer-blanc. Ils sont adaptés sur les vases au moyen d'un *opercule* en bois qui en assure la position, et qui sera décrit plus loin.

A. Le sable (procédé d'Hamilton).

Le cubage au sable n'a été appliqué jusqu'ici que par le procédé des pesées différentielles. Il est généralement usité en Angleterre. Il a pour lui la haute autorité de M. Barnard Davis, qui a mesuré, par ce moyen, la capacité de tous les crânes de sa grande collection, et qui l'a décrit en ces termes :

« La capacité interne est mesurée en remplissant le crâne de sable de Calais sec et propre (*clean*), dont le poids spécifique est de 1 425 grammes, et en pesant ensuite le sable (1). »

1. Barnard David, *Thesaurus craniorum*. London, 1867, in-8°. Préface, p. XIV.

Le procédé des pesées suppose l'emploi d'une substance dont le poids spécifique soit constant. Or le sable, détritus de roches de toutes sortes, varie beaucoup, suivant les lieux, sous le triple point de vue de sa composition minéralogique, de sa finesse et de son poids. Il a donc fallu convenir de choisir un sable particulier. C'est le sable de Calais qui a été choisi; et l'on a cru pouvoir fixer à 1 425 le poids spécifique de ce sable. Cela veut dire, en mesures françaises, que le litre (1 000 centimètres cubes) pèse 1 425 grammes.

J'ai voulu, à mon tour, déterminer le poids spécifique du sable de Calais et j'ai reconnu tout d'abord que ce sable est très compressible et qu'il occupe, dans le même vase, des volumes très variables, suivant la rapidité avec laquelle il s'écoule et suivant la profondeur du vase; qu'en outre, après avoir été versé d'une manière quelconque, il peut subir un tassement très considérable par la seule action des secousses.

1° *Influence de la hauteur des vases.*— Dans les vases élevés, le sable, tombant de plus haut, se tasse davantage et occupe moins de volume.

Exemple : L'éprouvette A, cylindrique, de la contenance de 1 litre, et haute de 38 centimètres, est remplie de sable à l'aide d'un entonnoir dont le goulot a 12 centimètres de large. Ce goulot traverse un opercule qui le fixe exactement sur le milieu de l'ouverture supérieure de l'éprouvette. Sur cinq expériences, le vase A reçoit en moyenne 1 442 grammes de sable (maximum, 1 444; minimum, 1 441).

Cette quantité de sable est alors versée de la même manière, à travers le même entonnoir, dans le litre en étain L, haute de 175 millimètres. Sur cinq expériences, le litre reçoit tantôt 1 431, tantôt 1 432 grammes de sable.

Différence : 10 grammes, représentant environ 7 centimètres cubes. Sur un crâne d'un litre et demi, cela produit donc un écart de 11 à 12 centimètres cubes.

Cette première cause d'erreur est déjà digne d'attention.

2° *Influence de la vitesse de l'écoulement.* — Le sable, sous ce rapport, diffère entièrement du mil et du plomb. Plus il pénètre rapidement dans un même vase et moins il y tient de place.

Expérience : 1° Je prends le litre en étain L, j'y verse rapidement

le sable à l'aide du double litre, en appuyant ce dernier vase sur le bord supérieur du premier (grande vitesse); je rase le litre et j'obtiens ainsi un volume de sable que j'appelle V. Je reprends le sable V, je le verse encore à plusieurs reprises dans le litre L, à l'aide du double litre; je trouve que chaque fois le litre est exactement rempli (à 2 centimètres cubes près), le volume est donc resté le même. 2° Alors je reprends le sable V et je l'introduis de nouveau dans le litre L, à l'aide de la manette, qui le verse moins rapidement que le double litre (vitesse moyenne). Cette fois le litre est plus que rempli; en rasant le chapeau, j'obtiens un reste que je mesure dans un petit vase gradué et qui cube 8 centimètres cubes. Je recommande plusieurs fois l'expérience avec la manette et chaque fois j'obtiens un reste qui varie entre 6 et 10 centimètres cubes. 3° Je reprends encore le sable V, et je l'introduis de nouveau dans le litre L, au moyen d'un entonnoir dont le goulot a 10 millimètres de large, en plaçant ce goulot au niveau du bord supérieur du litre (petite vitesse). La vitesse étant moindre que dans le deuxième cas, le volume du sable s'est accru davantage encore. Le reste est tantôt de 27, tantôt de 29 centimètres cubes.

Ainsi, suivant que la vitesse est grande, moyenne ou petite, le sable tombant toujours de la même hauteur, le litre L reçoit des quantités de sable représentées par V, par V — 8 ou par V — 29.

En pesant V, c'est-à-dire la quantité totale du sable qui a servi à cette expérience, je trouve un poids de 1 447 grammes. Lorsque ce sable remplit exactement le litre (qui contient 1000 centimètres cubes), son poids spécifique paraît être de 1 447. Mais lorsque le litre, rempli au moyen de l'entonnoir, reçoit 29 centimètres cubes de moins, lesquels pèsent 32 grammes, le sable qu'il renferme ne pèse plus que 1 415 grammes, et le poids spécifique paraît être de 1 415. Cette divergence est peu de chose auprès de la suivante.

3° *Influence des secousses.* — Le même sable V est repris et introduit dans le litre L à l'aide de l'entonnoir; le litre est plus que rempli. Je le rase, et j'obtiens un reste d'environ 29 centimètres cubes.

Le litre paraît entièrement plein; alors on lui donne quelques

légères secousses en tapant avec le plat de la main, il se produit un vide qui reçoit aisément les 29 centimètres cubes du reste.

On continue à taper; un nouveau tassement se produit. On imprime au litre des secousses verticales en le heurtant verticalement sur la table; le vide s'accroît toujours. Il devient considérable; alors, pour le remplir, on prend un supplément de sable et, après un nouveau tassement, on trouve que le litre a reçu en sus du sable V des expériences précédentes un supplément de 98 centimètres cubes pesant 141 grammes.

De V — 29 centimètres cubes ou de 1 415 grammes, la masse de sable reçue dans le litre s'est élevée à V + 98 ou 1 588 grammes. Différence : 117 centimètres cubes environ, pesant 173 grammes. Et le poids spécifique du sable, qui paraissait être de 1 415, paraît être maintenant de 1 588.

Pour apprécier l'étendue des écarts qui pourraient résulter de ces deux poids spécifiques, supposons qu'un crâne ait reçu 2 200 grammes de sable et nous trouverons, en divisant successivement ce poids par 1 415 et par 1 588, les deux capacités de 1 554 et de 1 385 centimètres cubes; ce qui fait une différence de 169 centimètres cubes sur un crâne de volume ordinaire.

Voilà certes une cause d'erreur qui n'est point à dédaigner. On pourrait l'écarter, il est vrai, en renonçant à réduire les poids en volume, ce qui aurait d'ailleurs, comme je l'ai déjà dit, de grands inconvénients. Mais cela ne suffira pas pour rendre le procédé correct, car il resterait encore une cause d'erreur résultant de l'incertitude du jaugeage et tout aussi grave que la précédente.

4° *Écarts du jaugeage.* — C'est qu'en effet la quantité de sable que l'on peut introduire à travers le trou occipital est très variable. Elle varie suivant la largeur de l'entonnoir; c'est peu de chose; elle varie suivant qu'on incline et qu'on secoue plus ou moins le crâne pendant le jaugeage; suivant qu'on tape sur le crâne plus ou moins longtemps et plus ou moins fort. Après avoir tapé pendant deux ou trois minutes, le crâne paraît bien plein; et cependant si l'on tape encore une ou deux minutes de plus on produit un vide notable, sans que l'on puisse jamais savoir si l'on est arrivé à la limite. Il est clair que les différences

qui résultent ainsi des divers degrés de tassement ne peuvent être inférieures à celles qu'on obtient dans le litre et qui ont été indiquées plus haut; et elles sont en réalité beaucoup plus considérables, parce que le sable, en retombant sous les secousses, ne se met pas de niveau comme dans le litre. Pour remplir le vide laissé par un premier tassement, on ajoute une nouvelle quantité de sable à travers le trou occipital, et celle-ci sous l'action des secousses ultérieures tend à se porter vers le vide qui s'est produit dans les régions antérieures; mais en cheminant ainsi, d'arrière en avant, ce sable supplémentaire rencontre une barrière transversale formée par la lame carrée et par les rochers; il s'y accumule, et forme une sorte de dune qui arrête les couches suivantes, et le vide antérieur n'est pas rempli. C'est ce que j'ai constaté dans une expérience qui m'a définitivement convaincu de l'infidélité du jaugeage au sable. Le crâne étalon avait été rempli trois fois de suite par le moyen ordinaire des tapes et des secousses; il avait reçu des quantités de sable variant de 1 960 à 1 985 grammes; et je n'étais pas mécontent du résultat, lorsque, à la fin d'une quatrième expérience qui m'avait donné 1 971 grammes, en retirant le crâne de la balance, j'aperçus un vide à travers l'un des trous ovales; j'y versai du sable, il y pénétra comme dans un gouffre; je continuai longtemps, le sable entrait toujours; il s'arrêta enfin; mais supposant qu'il avait pu s'accumuler en cône sous le trou ovale, j'introduisis à travers cette ouverture une aiguille à tricoter, et je vis le vide disparaître; je repris le sable, puis l'aiguille, puis je passai à l'autre trou ovale où le même fait se reproduisit et lorsque enfin le sable refusa d'entrer, une nouvelle pesée me montra que le poids du crâne s'était accru de 159 grammes, qu'en d'autres termes le poids du sable était monté de 1 971 à 2 130 grammes. D'après le poids spécifique de 1 425, adopté par M. Barnard Davis, la capacité du crâne aurait été de 1 383 centimètres cubes avant l'opération sur les trous ovales, et ensuite de 1 494 centimètres cubes; différence : 111 centimètres cubes. Je rappelle que la capacité réelle, jaugée au mercure, est de 1 424 centimètres cubes. L'erreur est donc de 41 centimètres cubes en moins dans le premier cas et de 80 centimètres cubes en plus dans le second cas.

Est-il du moins possible de régulariser cette erreur en adoptant pour l'introduction du sable un procédé uniforme? Les effets de l'aiguille à tricoter prouvent qu'on peut, en repoussant directement le sable, le forcer à se répartir partout; il semble donc qu'en bourrant cette substance, à l'aide d'un fuseau introduit à travers le trou occipital, on pourrait arriver à remplir le crâne *au maximum*, et que ce maximum devrait être à peu près fixe, comme cela a lieu avec le plomb. Malheureusement, le sable s'écrase lorsqu'on le bourre, et il subit ainsi une réduction définitive de volume. En voici la preuve :

Je mesure dans l'éprouvette d'un litre A, et dans l'éprouvette d'un demi-litre B, hautes l'une et l'autre de 38 centimètres, un litre et demi de sable, volume évidemment supérieur à la capacité du crâne étalon. Cette quantité de sable est mise dans un vase à part. Je l'appelle V.

Je m'en sers pour remplir le crâne étalon autant que possible, en l'inclinant, le secouant, le tapant, et enfin le bourrant à l'aide du fuseau. La plus grande partie du sable V pénètre dans le crâne. Il reste un reste r, que je mesure dans le vase gradué, et je trouve $r = 42$ centimètres cubes.

Je vide alors le crâne, et, reprenant tout le sable V, y compris le reste r, je l'introduis de nouveau par le même procédé et je trouve cette fois $r = 40$ centimètres cubes. Je recommence une troisième fois et puis une quatrième jusqu'à huit fois, et je vois le reste descendre successivement à 35, 24, 24, 18, 15 et 5. Le bourrage a donc écrasé, pulvérisé les grains de sable. Je le constate directement en mesurant le sable V dans les éprouvettes graduées, où il ne cube plus 1 500 centimètres cubes mais seulement 1 455 centimètres cubes. Il y a donc eu un tassement de 45 centimètres cubes environ, et cette différence est bien due à la pulvérisation des grains de sable, puisque je constate à la balance que, dans mes huit expériences successives, je n'ai perdu qu'un seul gramme de sable.

On ne peut donc songer à régulariser le jaugeage au sable au moyen du bourrage. Le jaugeage au maximum est impossible, et dès lors il n'y a aucun moyen de faire disparaître les variations énormes auxquelles on s'expose en adoptant le procédé du sable.

Je suis loin d'en conclure que les cubages pratiqués jusqu'ici par les auteurs qui ont choisi ce procédé soient sans valeur. J'attache au contraire une grande importance aux relevés comparatifs publiés par M. Barnard Davis dans son *Thesaurus craniorum*, parce que je sais que ce savant a fait lui-même tous ses cubages, qu'il a par conséquent suivi un manuel opératoire sinon fixe, du moins peu variable. Mais j'en ai dit assez pour montrer que ces relevés ne sauraient être comparés avec les résultats que le même procédé donnerait entre les mains d'un autre observateur, et encore moins avec ceux qu'on obtient par les autres procédés.

B. Le mil et les autres semences végétales (procédé de Tiedemann).

Tiedemann, comme on l'a vu plus haut, jaugeait le crâne avec des grains de mil. Au lieu du mil, Phillips, le collaborateur de Morton, se servait de graines de moutarde blanche, et plus récemment M. Welcker (1) s'est servi de l'orge perlé. Je ne prétends pas que ces diverses substances donnent des résultats absolument pareils : toutefois elles ont un grand nombre de caractères communs : les unes et les autres sont légères, composées de grains sphériques, petits, égaux entre eux ; les condition de leur écoulement, de leur répartition et de leur tassement sont donc probablement très comparables. J'ajoute que, comme la plupart des substances végétales, elles sont plus ou moins hygrométriques, que par conséquent leur poids spécifique doit varier suivant la température et l'humidité de l'air. Ainsi, quoique mes expériences d'hygrométrie n'aient été faites que sur le mil, je crois pouvoir étendre aux autres semences végétales les remarques qui vont suivre.

Le procédé de Tiedemann se pratiquait dans l'origine par la méthode des pesées différentielles. J'ai déjà dit que Phillips le modifia en déterminant directement le volume de la jauge dans un cylindre gradué : cette modification a été adoptée par M. Welcker et plus récemment par M. Mantegazza, qui

1. Welcker, *Ueber Wachsthum und Bau des menschlichen Schaedels*. Leipzig 1862, in-4°, p. 35.

d'ailleurs s'est servi du mil. J'aurai donc à étudier le procédé de Tiedemann sous ses deux formes : la pesée et le cubage direct.

La pesée prête le flanc à une objection décisive. Pour que le poids d'une substance pût donner une idée exacte de son volume, il faudrait que cette substance eût toujours le même poids spécifique; or le poids spécifique d'une semence végétale varie suivant les climats; sous le même climat, elle varie suivant les lieux; dans le même lieu elle varie suivant les années. Tous les agronomes, tous les marchands de grains savent cela. Ainsi, dans une expérience de 1866, faite avec le concours de M. Sauvage, je constatai qu'un litre de mil, mesuré dans un certain vase, et introduit avec un certain entonnoir, pesait 660g,60 (moyenne de cinq expériences; maximum 664; minimum 658). En avril 1872, trouvant ce mil gâté par les souris, j'en ai acheté d'autre, et, me servant du même vase et du même entonnoir, me plaçant par conséquent dans les mêmes conditions, j'ai trouvé qu'un litre du nouveau mil pesait 666g,71 (moyenne de sept expériences; maximum 670; minimum 665).

Il y a plus, une même quantité de grain n'a pas le même poids en temps de sécheresse et en temps d'humidité. Tout le monde encore sait cela, et Tiedemann lui-même ne pouvait l'ignorer; il est clair toutefois qu'il ne s'était pas demandé jusqu'où pouvaient aller les erreurs dépendant de cette cause.

Le 3 avril, j'ai placé dans une boîte close une assiette contenant une certaine quantité de mil, à côté d'une soucoupe pleine d'eau. Le thermomètre, pendant le jour, marquait +6 degrés. Au bout de trois jours l'assiette de mil a été exposée à l'air libre dans mon laboratoire; la température du jour s'était rapidement élevée à 12 et 15 degrés. La fenêtre restait ouverte jour et nuit. Le 12 avril, après six heures d'exposition à l'air libre, le mil fut mis dans la balance. Il pesait 277g,50.

Ce mil fut alors placé dans une étuve à gaz, et maintenu pendant cinq heures à une température de 40 degrés. On éteignit le gaz et on laissa la porte de l'étuve ouverte jusqu'au lendemain. Le 13 avril, le mil pesait 264 grammes. On chauffa de nouveau l'étuve à 40 degrés pendant cinq heures, au bout desquelles le poids du mil était réduit à 260 grammes.

Alors le mil fut de nouveau laissé à l'air libre ; la fenêtre du laboratoire était toujours ouverte. La température du jour était d'environ 17 degrés.

Le 15 avril, le poids était remonté à 262 grammes ; le 16, à 264g,50 ; le 23, à 270 grammes. L'expérience n'a pas été poussée plus loin.

Les conditions artificielles auxquelles j'ai soumis cette quantité de mil ne dépassent certainement pas les limites des changements naturels de la température et de l'humidité. Et cependant le poids de chaque grain de mil a varié, comme 260 grammes : 277g,5, c'est-à-dire près de 7 pour 100, et si, à cette première cause d'erreur, on joint celle qui résulte de l'influence des lieux et de l'année sur la densité des grains, on reconnaîtra que la mensuration du crâne par les pesées de mil (avec ou sans réduction du poids en volume) ne peut mériter aucune confiance.

Je laisse donc de côté les pesées, que j'ai d'ailleurs lieu de croire abandonnées aujourd'hui, pour ne m'occuper que du cubage direct. Je parlerai d'abord du procédé du mil.

Le cubage proprement dit n'est que le second temps de l'opération. Il faut d'abord commencer par jauger le crâne, et le mil pour cela ne vaut guère mieux que le sable. En voici la preuve :

Je pèse 1 kilogramme de mil, quantité plus que suffisante pour jauger le crâne étalon, puis je remplis successivement ce crâne de diverses manières, en pesant chaque fois le reste R qui n'a pu y pénétrer.

1° Je remplis le crâne en l'inclinant et le secouant mollement sans taper, et j'obtiens R = 125 grammes. Cette première pesée ne doit pas entrer en ligne de compte, parce que tous les auteurs qui ont employé les graines végétales ont recommandé de taper sur le crâne ;

2° Je le remplis en inclinant, secouant et tapant pendant une minute ; R = 74 grammes.

3° Même expérience en tapant plus longtemps, et en secouant à plusieurs reprises. R = 54 grammes.

4° Comme la troisième fois. R = 54 grammes.

5° Je m'attache à procéder autant que possible comme dans les expériences 3 et 4 ; mais cette fois R = 43 grammes.

6° Sans vider le crâne de l'expérience 5, je tape encore une minute et le reste descend à 38 grammes.

7° Alors, sans vider le crâne, j'introduis le doigt à travers le trou occipital pour refouler le mil; en bourrant ainsi à plusieurs reprises, je produis un vide notable, que je remplis chaque fois ; le reste diminue d'autant et se réduit à 3 grammes.

La différence entre cette expérience et la deuxième (je ne parle pas de la première) est de 71 grammes, représentant environ 105 centimètres cubes. Sans doute, le même expérimentateur n'obtiendra jamais de pareils écarts, à moins qu'il ne fasse varier à dessein les conditions du jaugeage; mais, deux expérimentateurs opérant chacun à sa manière, pourront très bien arriver à des différences très considérables.

Pour faire disparaître cette grande incertitude, il faudrait trouver le moyen de remplir le crâne au maximum, ce qui n'est possible qu'à l'aide du bourrage. Mais quelle sera la limite de ce bourrage? Est-ce celle de l'expérience 7 ? Il est clair que le doigt ne peut pénétrer qu'à une faible profondeur, qu'il ne bourre que très incomplétement. Il faudrait donc se servir du fuseau. C'est ce que j'ai fait, pour continuer l'expérience 7. Dans ce même crâne, qui paraissait déjà plein, où le doigt ne pénétrait plus, le fuseau a pénétré aisément. Les 3 grammes du reste y ont d'abord trouvé place; puis, en bourrant toujours et sans beaucoup de force, j'ai introduit en plusieurs fois 25 autres grammes, repris dans la boîte. Et j'aurais pu en ajouter plus encore, car le fuseau pénétrait toujours, si je ne m'étais aperçu que mon mil commençait à se briser. J'ai donc dû m'arrêter en constatant que le grain s'écrase avant que le crâne soit rempli au maximum, qu'il est impossible, par conséquent, de pousser le jaugeage jusqu'à une limite déterminée et constante, qu'en d'autres termes, ce procédé ne peut être régularisé.

Il y a plus. Le même opérateur, s'efforçant de procéder toujours de la même manière ne parvient jamais à obtenir des jauges constantes pour un même crâne. J'ai fait et fait faire, à ce sujet, plusieurs séries d'expériences, entre autres la suivante. Un de mes aides jaugea huit fois de suite le crâne éta-

lon, par le procédé des tapes. Il tapait fortement sur les parois, aussi longtemps qu'il voyait se produire du vide, et ne s'arrêtait qu'après avoir tapé pendant toute une minute sans résultat appréciable. Chaque expérience durait environ cinq minutes. Le poids des huit jauges de mil varia entre 990 et 978 grammes : différence, 12 grammes, représentant de 17 à 18 centimètres cubes ; et, chose bonne à noter, les 4 premières jauges avaient donné une moyenne de 987gr,50, tandis que la moyenne des 4 dernières ne fut que de 982gr,75. Cette diminution prouve que la main de l'opérateur, fatiguée et légèrement endolorie, agissait avec une force décroissante, et que, si l'on cubait par ce procédé une vingtaine de crânes seulement, on commettrait, sans le savoir, des erreurs sérieuses.

On abrége beaucoup la durée du jaugeage en joignant à l'action des tapes celle du bourrage pratiqué de temps en temps avec le bout du doigt, comme le faisait Tiedemann ; mais alors l'incertitude s'accroît encore, car le procédé n'a plus aucune fixité. Rien ne détermine le moment où il faut bourrer, ou celui où il faut taper. D'ailleurs, le doigt qui bourre se fatigue très vite ; ainsi, ayant fait jauger par un aide le crâne étalon quatre fois de suite, suivant ce procédé mixte, je vis la jauge descendre de 985 grammes à 981 ; alors, reprenant moi-même, après cette dernière pesée, le crâne encore plein, je pus, avec mon doigt non fatigué, y faire pénétrer un supplément de grammes de mil, et porter ainsi la jauge à 1012 grammes.

J'ai fait plusieurs fois moi-même l'essai du procédé mixte, qui consiste à combiner les tapes et le bourrage avec le doigt. J'ai le plus souvent obtenu, sur cinq expériences, un écart de 8 à 10 centimètres cubes ; et encore étais-je obligé d'exercer sur les moindres détails de la manœuvre une surveillance impossible à réaliser dans la pratique courante.

Je n'ai parlé jusqu'ici que du jaugeage au mil. Je n'ai pas expérimenté l'orge perlé, employé par M. Welcker, mais j'ai fait divers essais avec la moutarde blanche (procédé de Phillips), et les résultats que j'ai obtenus n'ont pas été plus satisfaisants que ceux du jaugeage au mil. Je suis donc resté convaincu que les graines de nature végétale, et généralement toutes les substances granuleuses plus ou moins fragiles qui ne peuvent supporter,

sans se briser, l'épreuve du bourrage avec le fuseau, ne peuvent donner que des jauges infidèles, et ne sauraient, par conséquent, servir à des recherches rigoureuses.

Après cela, vient la détermination du volume de la jauge dans un vase gradué. Ici, je serai bref, car sous le rapport du cubage direct, le mil ne diffère pas sensiblement du plomb. Comme le plomb, et à l'inverse de ce que fait le sable, il occupe d'autant moins de volume qu'il tombe plus lentement dans le vase. Comme le plomb, et comme le sable aussi, il se tasse d'autant plus qu'il tombe de plus haut; il occupe donc moins de place dans un vase haut que dans un vase bas. Lorsqu'on remplit rapidement le litre L et qu'on le rase, le contenu de ce litre, versé à travers l'entonnoir de 15 millimètres de goulot dans un vase gradué cylindrique de 38 centimètres de haut, n'y occupe plus que 962 centimètres cubes au lieu de 1000 : la différence est de 38 centimètres cubes (1). Mais je n'y insiste pas, parce qu'on peut faire disparaître cette cause d'incertitude en adoptant des vases et des entonnoirs de dimensions fixes, comme on le verra plus loin à propos du plomb.

1. J'ai fait aussi des expériences sur le cubage de la graine de moutarde blanche. Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus. J'ai rempli le litre en étain L haut de 175 millimètres, en y versant la graine rapidement à l'aide du double litre. Il en a reçu 689 grammes.

Cette jauge, versée à travers un entonnoir de 20 millimètres de goulot dans une éprouvette de 1 litre, haute de 38 centimètres, ne l'a pas remplie. Il est resté un vide de 35 centimètres cubes, exactement comme dans les expérience faites sur le mil avec le même entonnoir.

Ce vide étant comblé, le contenu de l'éprouvette a été porté à 713 grammes.

Reprenant les 689 grammes de la première jauge, je les ai introduits de nouveau dans la même éprouvette, en me servant d'un entonnoir beaucoup plus étroit, dont le goulot n'avait que 1 centimètre de diamètre. Cette fois il est resté un vide de 80 centimètres cubes ; pour le remplir, il a fallu ajouter 59 grammes, et le poids de la jauge de l'éprouvette s'est élevé à 748 grammes.

Alors j'ai rempli le litre en étain L, non plus en y versant directement le grain, mais en l'y introduisant à travers l'entonnoir de 2 centimètres de goulot. Il a pu ainsi en recevoir 697 grammes, c'est-à-dire 8 grammes de plus que la première fois.

Je ne crois pas devoir donner ici l'explication de ces différences ; elles tiennent aux causes qui font varier les jauges de plomb, et dont il sera question plus loin.

Le crâne étalon, dont la capacité réelle est de 1424 centimètres cubes, reçoit par le procédé mixte des tapes et du bourrage avec le doigt une jauge de graines de moutarde de 1055 grammes en moyenne. En cubant le premier litre de cette masse dans le litre en étain et le surplus dans l'éprouvette, avec l'entonnoir de 2 centimètres, on lui donne un volume de 1480 centimètres cubes; en reprenant la masse entière pour la mesurer en deux fois dans l'éprouvette avec l'entonnoir de 1 centimètre de goulot, on la réduit au volume de 1387 centimètres cubes ; différence : 93 centimètres. On peut donc, en variant la combinaison instrumentale, obtenir une capacité bien supérieure ou bien inférieure à la capacité réelle du crâne.

En résumé, la seule infériorité réelle du cubage au mil vient de l'incertitude du jaugeage. Cela suffit pour que ce procédé ne puisse servir dans les recherches rigoureuses. Il offre toutefois l'avantage d'être applicable à certains crânes très précieux et très fragiles, qui ne pourraient supporter sans danger le poids de la jauge de plomb; mais il faut bien savoir qu'il ne donne que des résultats fort peu approximatifs. En vue de ces cas spéciaux, j'ai essayé de déterminer des conditions propres à diminuer les variations du jaugeage au mil, et à retrouver ensuite, par un cubage convenablement combiné, le volume réel de la jauge. Mais les résultats de ces essais sont trop insuffisants pour être exposés ici.

C. Le plomb de chasse (procédé de Morton).

J'ai exposé, dans le paragraphe précédent, l'histoire du procédé de Morton, et mentionné les erreurs considérables que j'avais commises lorsque j'avais voulu l'appliquer pour la première fois; je n'ai donc pas besoin d'insister longuement ici pour montrer l'infidélité de ce procédé. Il est moins trompeur, sans doute, que ceux du sable et du mil. Le jaugeage est moins variable, parce que le poids du plomb produit toujours d'emblée, dans le crâne, un certain degré de tassement; le minimum du jaugeage ne descend donc jamais aussi bas que dans les autres procédés; par conséquent la différence entre le minimum et le maximum est moindre, et l'étendue des erreurs possibles se trouve ainsi diminuée; mais elle est encore très notable, et Morton se trompait beaucoup lorsqu'il croyait qu'il avait enfin trouvé le procédé idéal qui devait donner la capacité *absolue* du crâne.

En choisissant à dessein la substance la plus lourde, Morton avait compris qu'il fallait renoncer au système des pesées, déjà rejeté d'ailleurs par son collaborateur Phillips. Certains crânes peuvent recevoir jusqu'à 12 kilogrammes de plomb, et ce poids est trop grand pour pouvoir être déterminé exactement avec les balances ordinaires. On pourrait, il est vrai, faire la pesée en plusieurs fois, mais cela compliquerait considérablement l'opération.

Le système des pesées soulève une autre objection à laquelle Morton n'avait pas songé et qui me paraît décisive: c'est que, pour remonter du poids au volume, il faudrait connaître le poids spécifique du plomb de chasse. Or, le plomb de chasse comme le sable, comme le mil, comme toutes les substances qui n'ont pas de continuité, n'a pas de poids spécifique. La place qu'il occupe soit dans le crâne, soit dans les vases gradués, dépend de l'arrangement des grains et de leur tassement très variable, de sorte qu'on ne peut fixer le rapport du poids au volume.

Cette objection, il est vrai, s'applique également au procédé du cubage direct, mais il est du moins possible, dans ce dernier cas, de régulariser le manuel opératoire de manière à faire disparaître presque entièrement les causes des variations, et à obtenir des résultats toujours comparables entre eux et très voisins de la réalité. Pour atteindre ce but, il est nécessaire de passer en revue les diverses conditions qui font varier le volume du plomb dans les vases. Ce sera le sujet du paragraphe suivant.

J'examinerai successivement l'influence de la forme du vase, celle de sa hauteur, celle de la vitesse de l'écoulement, de sa régularité, et celle du tassement produit par des chocs, des secousses ou des pressions.

Sous ces divers rapports, les plombs des divers calibres, depuis le numéro employé par Morton, et qui correspond au n° 4 de la série française, jusqu'au n° 12, connu sous le nom de *cendrée*, se comportent à peu près de la même manière. Je dirai plus loin pourquoi j'ai donné la préférence au n° 8. C'est avec ce dernier plomb que j'ai fait la plupart de mes expériences, mais j'ai eu soin de les répéter sur les autres numéros, et j'ai reconnu que le volume des grains de plomb n'influe sérieusement que sur le bourrage du crâne.

§ 4. — *Étude physique sur les conditions qui font varier le volume du plomb de chasse.*

J'ai déjà dit que la quantité de plomb que l'on peut faire pénétrer dans un même vase est très variable. C'est donc par la

balance seulement que la valeur d'une jauge de plomb peut être rigoureusement déterminée. On remplit l'éprouvette d'une certaine manière, on la rase avec précaution, et on pèse le contenu. Cette pesée est assez longue, mais on peut abréger beaucoup les expériences successives faites sur un même vase, en pesant d'avance une quantité de plomb P, un peu supérieure à la plus forte jauge de ce vase. Après chaque jauge, il n'y a plus qu'à peser le reste, R.

Les déterminations faites à la balance sont seules rigoureuses; toutefois lorsqu'on n'a pas besoin d'une précision absolue, on peut se contenter de mesurer le reste dans une petite éprouvette graduée. Les erreurs d'appréciations qui résultent de ce procédé plus rapide sont insignifiantes; par rapport au reste, elles sont fortes, elles peuvent par exemple aller au trentième, mais le reste n'étant lui-même qu'un trentième du volume de P, l'erreur est toujours inférieure à 1/900 de P, et par conséquent négligeable. Jamais, en effet, même dans les conditions les plus uniformes, on ne peut faire descendre les variations de la jauge d'un vase quelconque au-dessous de 1 ou 2 millièmes.

1° *Des variations dans des conditions fixes.* — J'appelle fixes les conditions qui *paraissent* l'être ; si elles l'étaient réellement, il ne pourrait pas y avoir de variations ; mais elles paraissent fixes lorsqu'on se sert des mêmes instruments, et, *autant que possible*, de la même manière.

Les conditions sont aussi fixes que possible lorsqu'on introduit le même plomb dans le même vase, à travers le même entonnoir, lorsque la situation et la direction de cet entonnoir sont invariables, et lorsque enfin la hauteur de la colonne de plomb dans l'entonnoir est maintenue dans les limites à peu près fixes.

Pour réaliser ces conditions, je prends une éprouvette cylindrique d'un litre de capacité, et haute de 38 centimètres. (Éprouvette A.)

Je prends un entonnoir conique, en fer-blanc, haut de 10 centimètres, large de 10 centimètres, terminé par un goulot cylindrique long de 1 centimètre et large de 12 millimètres.

Cet entonnoir est adapté sur l'ouverture supérieure de l'éprou-

vette, à l'aide d'un opercule cylindrique, en bois dur, épais de 2 centimètres, de la largeur de l'éprouvette, et percé à son centre d'un trou cylindro-conique dans lequel la partie inférieure de l'entonnoir entre à frottement. De la sorte, l'axe de l'entonnoir est vertical, et se confond avec l'axe de l'éprouvette.

Enfin, l'entonnoir est rempli de plomb au début de l'expérience, et, à mesure que le plomb s'écoule à travers le goulot, on verse de nouveau plomb dans l'entonnoir, afin que le niveau du plomb y reste à peu près constant.

Lorsque l'éprouvette est pleine, on soulève l'entonnoir, on laisse écouler encore quelques grammes de plomb pour former un petit monticule, que l'on rase doucement avec une mince règle de bois ; et on pèse alors le contenu de l'éprouvette.

En opérant ainsi, les jauges fabriquées avec le même plomb, le même jour (ou sous la même température), donnent encore des différences assez notables ; si l'on fait par exemple vingt expériences de suite, sur l'éprouvette d'un litre, la plupart des pesées se maintiendront à 5 grammes au-dessus ou au-dessous de la moyenne ; ce qui représente un écart de 10 grammes, ou d'environ 1 centimètre cube et demi, mais quelques-unes peuvent osciller jusqu'à 12 grammes au-dessus ou au-dessous de la moyenne, donnant un écart total de 24 grammes, qui représentent environ 3 centimètres cubes et demi, c'est-à-dire à peu près 1/280 de la capacité du litre jaugé.

On ne pourrait rendre l'expérience plus précise sans y introduire des complications instrumentales incompatibles avec les besoins de la pratique. Il faut donc se résigner à accepter des écarts d'une certaine étendue.

Les écarts pourraient être plus grands encore, et dépasser même 5 centimètres cubes par litre, si l'on comparait entre elles des expériences d'ailleurs identiques, mais faites sous des températures différentes. La chaleur dilate les grains de plomb et influe par conséquent sur le poids de la jauge, au même titre, sinon au même degré que pourrait le faire le changement du numéro du plomb. Il n'y a point lieu toutefois, dans le cubage des crânes, de se préoccuper de cette cause de variaions, puisqu'elle influe dans le même sens sur la jauge du crâne et sur celle des vases gradués, et puisque les deux parties de

l'opération se succèdent immédiatement sous la même température.

Les variations dans des conditions fixes sont beaucoup plus étendues dans les vases élevés que dans les vases bas. Ainsi, sur une éprouvette d'un quart de litre, haute seulement de 20 centimètres, l'écart total, dans vingt expériences successives, n'a pas dépassé 2 grammes, ce qui, pour un litre entier, ferait 8 grammes, à peine plus de 1 centimètre cube. Il y a donc, sous ce rapport, un certain avantage à cuber le plomb dans des vases bas. Mais cet avantage serait plus que compensé par cet inconvénient de rendre les degrés de la graduation beaucoup trop rapprochés, et la lecture de ces degrés serait d'autant plus incertaine que les vases devraient nécessairement être d'un très gros calibre et que le niveau du plomb sur une section aussi large ne pourrait pas être horizontal.

Ainsi, toutes les fois qu'on a besoin de lire une graduation, les éprouvettes hautes et étroites sont préférables, tandis que les vases larges et bas valent mieux pour prendre une mesure pleine. On peut réunir ces deux avantages dans le cubage des crânes. Le volume du plomb de la jauge étant toujours supérieur à 1 litre, et inférieur à 2 litres, on mesure d'abord le premier litre dans le litre en étain, haut de 175 millimètres. On réduit ainsi à environ 1 centimètre cube l'erreur relative à cette première partie de la jauge. Le reste ne peut être mesuré que dans un vase gradué, qui doit être étroit, et par conséquent haut. Sur cette seconde partie de la jauge, l'erreur peut aller jusqu'à 3 ou même 3 centimètres cubes et demi par litre; mais le volume de ce reste étant toujours bien inférieur à un litre, et n'étant, en moyenne, que d'un demi-litre, l'erreur ne dépasse pas 2 centimètres cubes; en tout, 3 centimètres cubes d'erreur possible sur un crâne de volume ordinaire. Cette approximation, qui représente deux millièmes seulement de la jauge totale, est la plus grande que l'on puisse atteindre; mais elle est pleinement suffisante.

2° *Influence de la forme des vases sur le volume du plomb de chasse.* — Un grain de plomb ne peut toucher la paroi du vase que par un point de sa surface ; il reste donc toujours entre la paroi et la couche externe des grains de plomb un très

grand nombre de petits intervalles vides, et la somme de ces vides s'accroît naturellement avec l'étendue de la surface de la paroi.

Or la surface interne d'un crâne est moindre que celle des vases cylindriques dans lesquels on cube ensuite la jauge de plomb, et la différence est d'autant plus grande que ces vases sont plus étroits, c'est-à-dire plus longs; on doit donc se demander si cette circonstance n'est pas de nature à influer sur le volume apparent du plomb et à introduire une erreur dans le cubage.

On remarquera toutefois que les vides compris entre les grains de plomb et la paroi du vase ou du crâne sont presque égaux à ceux qui existent partout entre les grains eux-mêmes. Il ne semble donc pas que l'étendue relative de la surface de cette paroi doive modifier sensiblement le rapport de la masse du plomb à son volume.

Pour m'en assurer expérimentalement, j'ai versé du plomb d'une manière aussi conforme que possible, c'est-à-dire avec un même entonnoir fixé sur un opercule, dans deux éprouvettes de même hauteur et dont les capacités étaient rigoureusement entre elles : : 2 : 1, et j'ai constaté que le plomb de la grande éprouvette remplissait deux fois la petite éprouvette sans variations notables.

Expérience. — J'ai pris l'éprouvette A, haute de 38 centimètres et de la contenance de 1 litre ; je l'ai remplie de plomb nº 8; elle en a reçu une quantité que j'appelle P ; j'ai ensuite transvasé ce plomb P à travers le même entonnoir, dans une seconde éprouvette B, de même hauteur que la précédente et de la contenance de 1 demi-litre. Celle-ci a été remplie deux fois et il est resté un excédant de 15 grammes de plomb, d'où il résulte :

$$A = 2B + 15 \text{ grammes.}$$

Recommençant plusieurs fois cette même expérience, j'ai trouvé :

$$A = 2B + 8 \text{ grammes.}$$
$$A = 2B - 10 \quad —$$
$$A = 2B + 12 \quad —$$
$$A = 2B - 8 \quad —$$
$$A = 2B + 4 \quad —$$

Par conséquent A est tantôt plus grand, tantôt plus petit que 2 B; la différence en plus ou en moins donne un écart total de 25 grammes ou d'environ 3 centimètres cubes et demi, et cet écart ne dépasse pas celui que l'on observe sur le même vase A, rempli dans des conditions aussi uniformes que possible.

On peut en conclure que A = 2 B, et cependant la surface interne du vase A est inférieure au double de celle du vase B (1). Si donc la jauge 2 B est égale à la jauge A, c'est la preuve que l'influence de l'étendue des surfaces des vases sur le volume du plomb n'est pas appréciable.

J'ai voulu avoir une preuve plus certaine de cette proposition, de l'exactitude de laquelle dépend en grande partie la sécurité du procédé du cubage. J'ai donc cherché à diminuer l'étendue des variations spontanées de la jauge, en prenant des éprouvettes de moindre hauteur (voir plus haut, p. 52).

Pour cela, j'ai fait faire deux éprouvettes *E* et *e*, hautes de 20 centimètres, et dont les capacités sont entre elles : : 2 : 1. La première jauge exactement 424 centimètres cubes de mercure, la seconde 212 centimètres cubes. En remplissant ces deux éprouvettes de la même manière, avec un même entonnoir fixé sur un opercule, j'ai trouvé que le poids du plomb de l'éprouvette *E* était toujours exactement double, à 2 grammes près et même le plus souvent à 1 gramme près, de celui du plomb de l'éprouvette *e*.

J'ai répété un grand nombre de fois cette expérience avec les plombs n° 4, n° 8 et n° 12, le résultat a été invariablement le même. Je l'ai répétée aussi sur le mil et jamais la différence entre *E* et 2*e* n'a atteint la valeur de 1 demi-centimètre cube.

Nous n'aurons donc pas à nous occuper de l'influence de la forme des vases, en tant qu'elle amène des changements dans les rapports de leur capacité à l'étendue de leur surface interne. Cette forme contribue beaucoup à faire varier le volume du plomb, mais pour une tout autre cause que je vais maintenant étudier.

1. On prouve en effet, en géométrie, que si deux cylindres A et B, de même hauteur, sont entre eux ::2:1, leurs surfaces convexes sont entre elles ::2:$\sqrt{2}$, d'où l'on déduit : surf. A : 2 × surf. B. :: 1 : 1,41. A ces surfaces convexes il faut ajouter celles des bases, qui varient dans le même sens.

3° *Influence de la hauteur des vases sur le volume du plomb.* — Lorsqu'on verse le plomb dans un vase cylindrique, la pesanteur des grains produit un tassement qui décroît à mesure que le niveau du plomb s'élève dans le vase, et lorsque celui-ci est plein, les couches inférieures sont beaucoup plus tassées que les couches supérieures. Ce résultat est dû à deux causes : en premier lieu, les grains des couches inférieures sont tombés de plus haut, et possédaient, au moment où ils ont rencontré la résistance du fond, une quantité de mouvement plus considérable; en second lieu, les couches inférieures ont été comprimées par le poids des couches supérieures. Le plomb qui remplit un vase n'y est donc pas réparti d'une manière uniforme, et le rapport du poids de cette substance à la capacité du vase ne peut par conséquent servir à en déterminer le poids spécifique. Ces propositions sont si évidentes, que personne n'a pu en méconnaître l'exactitude; et si l'on a omis jusqu'ici de tenir compte de la hauteur des vases, c'est parce qu'on a cru, sans doute, que les variations de volume produites par cette cause étaient assez faibles pour être négligées. Or, elles sont au contraire assez notables.

Première expérience. — Je remplis le litre L en étain (de 175 millimètres de haut) avec le plomb n° 8, introduit à travers un entonnoir dont le goulot a 1 centimètre de long et 12 millimètres de large.

Après avoir rasé le litre, je transvase le plomb dans l'éprouvette A, haute de 38 centimètres, et de la contenance de 1 litre, en me servant du même entonnoir, tenu de la même manière, c'est-à-dire débouchant, comme dans le premier cas, au centre de l'ouverture du vase.

Quoique les deux capacités soient égales, le plomb du litre L ne remplit pas entièrement l'éprouvette. Il reste un vide, et pour le remplir il faut employer une quantité de plomb qui n'est jamais de moins de 15 centimètres cubes, et qui peut s'élever jusqu'à 20 centimètres cubes.

J'ai répété très-souvent cette expérience sur des plombs de divers calibres; le résultat a toujours été le même.

Deuxième expérience. — Je remplis comme précédemment l'éprouvette de 1 litre, A. Je transvase le contenu dans le litre

en étain L ; celui-ci est plus que rempli, et le reste varie entre 15 et 18 centimètres cubes.

Troisième expérience. — Je remplis encore l'éprouvette de 1 litre, et je transvase en deux fois le contenu dans deux éprouvettes, B et B, d'un demi-litre chacune, et hautes, comme la première, de 38 centimètres. Cette fois il n'y a ni surplus, ni déficit appréciable. Le volume du plomb est resté le même, parce que la hauteur des vases était la même.

4° *Influence de la vitesse de l'écoulement.* — Les pressions auxquelles sont soumis les grains de plomb dans les vases peu élevés qu'on emploie pour le cubage des crânes n'étant pas suffisantes pour les déformer, on peut admettre que ces grains se comportent comme s'ils étaient incompressibles, et on peut comparer leur répartition à celle des boulets en fer, qui ne se touchent pour ainsi dire que par un point de leur surface.

Dans les arsenaux, on dispose les piles de boulets de telle sorte que chaque boulet, à l'exception des boulets marginaux, est en contact très-régulièrement avec douze autres : six de la même couche, trois de la couche inférieure et trois de la couche supérieure. Sous cette forme, l'espace occupé par les boulets est réduit au minimum, c'est-à-dire que les vides réguliers qui restent entre eux sont aussi petits que possible. On peut ainsi calculer, sans la moindre erreur, le nombre des boulets d'une pile dont on connaît les dimensions.

Il y a donc pour un amas de grains de plomb, comme pour un amas de boulets, un minimum de volume. Ce minimum correspond à l'arrangement qui vient d'être indiqué.

Si les grains de plomb tombaient un à un, ils tendraient naturellement à s'arranger ainsi. Mais lorsqu'ils s'écoulent en grand nombre, ils rebondissent, se heurtent, et ces chocs multiples nuisent à la régularité de leur répartition.

De là résulte ce fait que, toutes choses égales d'ailleurs, *une même quantité de plomb occupe d'autant plus de place qu'elle a été versée avec plus de rapidité.*

Ce n'est pas seulement le plomb de chasse qui se comporte ainsi. Toutes les substances composées de grains sphériques et égaux entre eux donnent le même résultat.

On a vu plus haut que le sable prend au contraire un plus

grand volume, lorsqu'on le verse plus lentement. Mais les grains de sable sont irréguliers, anguleux, inégaux et présentent des conditions entièrement différentes de celles des corps sphériques.

Les différences de volume qui résultent de la vitesse de l'écoulement du plomb sont considérables. Pour les apprécier j'ai introduit le plomb dans le litre en étain L des trois manières suivantes : 1° en y versant directement le plomb à l'aide d'un double litre. C'est notre maximum de vitesse ; 2° en y versant le plomb à travers un entonnoir dont le goulot a 12 millimètres de large. C'est notre vitesse moyenne ; 3° en y versant le plomb à travers un entonnoir dont le goulot n'a que 10 millimètres de large. C'est notre petite vitesse. Dans les trois cas, le plomb tombe exactement de la même hauteur, c'est-à-dire du niveau du bord supérieur du litre. Le litre L reçoit 94 grammes de plomb de plus dans le deuxième cas que dans le premier, et 88 grammes de plus dans le troisième cas que dans le second. La différence du jaugeage entre la grande et la petite vitesse est donc de 182 grammes, qui représentent environ 27 centimètres cubes, plus de 2 pour 100 du volume total.

J'ai varié cent fois cette expérience, en prenant des plombs de tous calibres ou des grains de mil, en choisissant des entonnoirs de toutes sortes et des vases de toute hauteur, et j'ai vu sans aucune exception que la vitesse de l'écoulement augmente le volume des substances composées de grains sphériques.

Lorsqu'on ajoute à cette cause d'incertitude celle qui résulte de l'inégale hauteur des vases, on produit des variations qui peuvent devenir très-graves. Or ces deux causes d'erreur sont habituellement associées de manière à agir dans le même sens, car les vases les plus hauts sont en même temps les plus étroits, et ce sont ceux par conséquent dans lesquels on verse le plus lentement le plomb. Le litre réglementaire en étain a une large embouchure qui n'exige pas l'usage de l'entonnoir, tandis que l'éprouvette de 38 centimètres de haut ne peut se remplir qu'à l'aide d'un entonnoir.

Voici une expérience que j'ai répétée un grand nombre de fois aussi bien avec le mil qu'avec des plombs de divers calibres. On remplit le litre d'étain L en y versant le plomb à l'aide du grand

vase dans lequel on a vidé le crâne. L'écoulement se fait avec rapidité (grande vitesse). On place alors l'entonnoir de 12 millimètres à la partie supérieure de l'éprouvette A, de la contenance de 1 litre, et haute de 38 centimètres et on y transvase le plomb du litre L : l'écoulement se fait plus lentement que dans le premier cas (vitesse moyenne), et la chute en outre a lieu de plus haut. Par suite de ce double changement le volume du plomb se trouve diminué de 35 centimètres cubes. On vide alors l'éprouvette, et on y introduit de nouveau le même plomb à travers l'entonnoir *e* de 1 centimètre (petite vitesse), et cette fois il reste au haut de l'éprouvette un vide de 40 centimètres cubes.

Chose remarquable, en dépit de sa légèreté, qui semblerait devoir atténuer les causes du tassement, le mil, dans l'expérience précédente, se comporte exactement comme le plomb. Le mil mesuré dans le litre en étain L ne cube plus que 962 centimètres cubes lorsqu'on l'introduit, à travers l'entonnoir *e* de 1 centimètre, dans l'éprouvette A de 38 centimètres de haut. La différence est de 38 centimètres cubes, à peu près comme dans le cas précédent, et la similitude des résultats prouve que le tassement des grains ne dépend pas de leur pesanteur, mais de leur arrangement plus ou moins régulier dans le vase où ils tombent.

5° *Influence de la régularité de l'écoulement.* — S'il est vrai que les conditions qui favorisent ou entravent l'arrangement régulier des grains soient de nature à faire varier le volume du plomb, on peut s'attendre à voir se produire des différences lorsque la position de l'entonnoir sera changée. Il ne suffit pas de placer l'ouverture de l'entonnoir dans le plan de l'ouverture du vase cylindrique où l'on verse le plomb. Lorsque l'axe du goulot coïncide exactement avec l'axe du cylindre gradué, la colonne d'écoulement est centrale, la chute est bien régulière et les grains se répartissent de tous côtés d'une manière symétrique. Si au contraire le goulot et la colonne d'écoulement sont excentriques, la répartition des grains cesse d'être uniforme et l'irrégularité de leur arrangement donne lieu à une augmentation de volume.

J'ai été conduit à étudier l'influence de cette condition parce que j'avais remarqué qu'une même éprouvette, remplie en apparence de la même manière, pouvait recevoir un poids de plomb

assez variable. Ainsi ayant rempli douze fois de suite l'éprouvette graduée A (hauteur 38 centimètres ; capacité 1 litre), en me servant toujours du même entonnoir de 12 millimètres, placé au même niveau, mais tenu à la main, je trouvai que le plomb n° 8 qu'elle recevait, pesait tantôt 6 675 grammes et tantôt 6 744 grammes. La différence entre ces deux chiffres extrêmes était de 69 grammes, représentant plus de 10 centimètres cubes.

Cette erreur étant évidemment inacceptable, j'ai été conduit, pour la faire disparaître, ou du moins pour l'atténuer considérablement, à adapter les entonnoirs sur l'extrémité supérieure des éprouvettes à l'aide de l'opercule en bois qui a été décrit plus haut (p. 51).

A l'aide de cet opercule on peut déterminer exactement la position de l'entonnoir par rapport à l'axe de l'éprouvette.

J'ai ainsi rempli plusieurs fois de suite l'éprouvette A au moyen de l'entonnoir de 1 centimètre, placé dans une position exactement centrale. Puis j'ai recommencé l'expérience en donnant à l'entonnoir une position un peu excentrique. Enfin, dans une troisième série d'essais, l'entonnoir était plus excentrique encore, le bord de son goulot étant presque toujours au bord de l'éprouvette.

Voici les résultats que j'ai obtenus :

POSITION DE L'ENTONNOIR	NOMBRE D'EXPÉRIENCES	POIDS DU PLOMB		DIFFÉRENCES		POIDS MOYEN
		MAXIMUM	MINIMUM	EN POIDS	EN VOLUME environ	
1re série. Central.	6	6746	6732	14gr	2 c. cube	6738,4=P
2e série. Un peu excentrique ...	8	6713	6638	75	11 —	6670,0=P—68gr,4
3e série. Très-excentrique......	7	6656	6619	37	5,5 —	6639,8=P—98gr,6

La position centrale de l'entonnoir donne donc la plus forte jauge, et les moindres variations ; celles-ci ne sont plus que de 2 centimètres cubes, et il n'en résulte qu'une erreur parfaitement acceptable. Cela suffit pour faire adopter le principe que l'enton-

noir doit être toujours exactement placé dans l'axe du cylindre gradué, et la nécessité de surveiller attentivement la position de l'entonnoir devient évidente surtout, si l'on songe que la différence des moyennes entre la première et la troisième série s'élève à 98gr,6 qui font plus de 14 centimètres cubes, et que la différence entre le maximum de la première série et le minimum de la troisième série n'est pas de moins de 127 grammes ou près de 19 centimètres cubes.

Ainsi, sur un volume de plomb de 1 *litre et demi*, jauge d'un crâne très-ordinaire, on peut commettre une erreur de 27 centimètres cubes par cela seul qu'on ne veille pas à la position de l'entonnoir, toutes les autres conditions du cubage étant d'ailleurs absolument identiques. Ce résultat dépasse certainement les prévisions de la théorie, et montre la nécessité de réglementer minutieusement les procédés de cubage.

6° *Influence de la direction de l'écoulement.* — La direction de la colonne d'écoulement est déterminée par celle du goulot de l'entonnoir. La moindre obliquité du goulot suffit pour dévier cette colonne, que la pesanteur rend bien vite verticale, mais qui a cessé d'être située dans l'axe de l'éprouvette. Un entonnoir oblique produit donc le même effet qu'un entonnoir excentrique. Cela était facile à prévoir. Je m'en suis assuré par des expériences qu'il est inutile de détailler. Je prenais par exemple l'entonnoir de 12 millimètres et je le plaçais dans l'opercule de l'entonnoir de 15 millimètres. L'ouverture de l'opercule étant ainsi plus large que le goulot de l'entonnoir, celui-ci pouvait être légèrement incliné sans perdre pour cela sa position centrale. Dans ces conditions la jauge de l'éprouvette A (de 1 litre) était toujours inférieure de 40 à 50 grammes à celle que donnait l'entonnoir vertical.

Il en résulte que l'opercule doit avoir une épaisseur suffisante pour s'opposer à toute déviation de l'entonnoir. L'épaisseur qui m'a paru la plus convenable est celle de 2 centimètres. On peut ainsi pratiquer dans le centre de l'opercule une ouverture cylindro-conique dans laquelle sont reçus à la fois le goulot et la partie inférieure de l'entonnoir.

7° *Influence de la longueur du goulot.* — Il est nécessaire que le goulot ait une certaine longueur, puisque c'est lui qui déter-

mine la direction de la colonne de plomb. Lorsque ce goulot est conique, la vitesse de l'écoulement dépend évidemment du diamètre de son ouverture inférieure: c'est à ce niveau que se forme la colonne d'écoulement. Mais lorsque le goulot est cylindrique, la colonne se forme au niveau de son ouverture supérieure, et il y a lieu de se demander si le frottement des grains de plomb sur sa surface interne ne ralentit pas l'écoulement. La théorie permet de répondre négativement à cette question, et l'expérience confirme les prévisions de la théorie. J'ai fait construire deux entonnoirs exactement pareils, à cela près que le goulot de l'un n'avait qu'un seul centimètre de long, et celui du second 2 centimètres, et j'ai constaté que l'écoulement de 1 litre de plomb durait exactement le même nombre de secondes dans les deux cas. On peut donc sans inconvénient augmenter la longueur des goulots cylindriques. Cette forme cylindrique est celle que j'ai adoptée. Elle permet de faire descendre le goulot à un centimètre au-dessous de l'opercule, et d'arrêter aisément avec le doigt l'écoulement du plomb, lorsque le vase gradué est sur le point d'être rempli. Mais cette précaution n'est nullement nécessaire.

8° *Influence du tassement mécanique.* — Dans les expériences précédentes, on a vu qu'un même vase peut recevoir des quantités très-variables de plomb et que ces variations dépendent à la fois de la hauteur du vase, de la vitesse de l'écoulement, de la position de l'entonnoir, conditions qui ne peuvent être régularisées que par une réglementation très-minutieuse du procédé opératoire.

Avant de se soumettre à cette réglementation, il est naturel de se demander si elle est vraiment indispensable.

Les variations que nous avons constatées sont la conséquence de l'arrangement plus ou moins symétrique des grains de plomb. Si cet arrangement était parfaitement géométrique comme celui des boulets d'une pile, le volume de la masse descendrait au minimum et deviendrait absolument fixe. Pourquoi les grains de plomb, versés dans un vase, ne s'arrangent-ils pas ainsi ? Parce qu'en se poussant, en s'appuyant précipitamment les uns sur les autres, ils ne peuvent trouver du premier coup leur position symétrique, et laissent entre eux des vides irréguliers; mais, si l'on imprime au vase des chocs ou des secousses, on obtient

aussitôt un tassement très-notable. Cette action mécanique a ébranlé les grains, les a fait glisser les uns sur les autres, et leur a permis de se rapprocher davantage de l'arrangement géométrique qui donne le minimum de volume; à chaque nouvelle secousse le tassement s'accroît; il semble donc qu'au bout d'un certain nombre de secousses on devrait arriver au minimum, c'est-à-dire à la fixité, et on pourrait d'après cette donnée instituer le procédé suivant : verser le plomb d'une manière quelconque dans le vase où l'on veut le mesurer; puis imprimer des secousses au vase jusqu'à ce que le volume de la masse de plomb cesse de diminuer.

Au point de vue théorique, cela est parfaitement exact. Passons maintenant à l'examen des faits expérimentaux.

Les vases en verre étant trop fragiles pour supporter les secousses et les chocs, je n'ai pu essayer le procédé du tassement mécanique que sur les vases métalliques. Première et grave objection, car il est très-difficile d'établir une graduation et surtout de la lire sur des vases à parois opaques (1); mais je passe sur cette difficulté.

J'ai donc pris le litre L., en étain, haut de 175 millimètres, et je l'ai rempli en y versant le plomb n° 8 à l'aide du double litre.

La quantité de plomb reçue dans le litre L a été déterminée à la balance. Pour éviter de trop lourdes pesées, j'avais préalablement placé dans le double litre 7 k,50 de plomb, quantité supérieure à la contenance du litre. Je n'ai donc eu qu'à peser les restes pour déterminer le poids du plomb supplémentaire qui était admis dans le litre L après chaque série de secousses.

1. Dans le procédé de Phillips, institué dans l'origine pour jauger le crâne avec les graines de moutarde blanche, et modifié plus tard par Morton, qui se borna à substituer le plomb de chasse aux graines de moutarde, le cubage se pratiquait dans un cylindre en étain large de 8 centimètres (2 pouces trois quarts) et haut de 66 centimètres (2 pieds 2 pouces anglais). Pour lire le niveau du plomb dans ce tube opaque, on faisait descendre sur la surface du plomb une espèce de piston dont la tige était graduée de haut en bas. On poussait ce piston jusqu'à ce qu'il fût arrêté par le plomb, ce qui ne pouvait se faire sans que celui-ci fût plus ou moins comprimé et soumis, par conséquent, à un tassement variable. (Voir Morton, *Crania americana*, Philad., 1839. In-fol., p. 253.)

	Poids des suppléments successifs.	Poids du plomb reçu dans le litre L.
1° Poids primitif du plomb du litre L.......	»	6576 gr
2° Vingt tapes avec le plat de la main sur le côté du litre L, produisent un vide qui est comblé par 181 grammes de plomb.	181 gr	6757
3° Le litre est soulevé au-dessus de la table; on le laisse retomber huit fois d'une hauteur de 20 centimètres, en le retenant doucement avec la main. Nouveau vide de............................	94	6851
4° Après dix autres secousses verticales semblables.........................	27	6878
5° Le litre est placé sur le sol. On le soulève à 30 centimètres et on le laisse retomber huit fois de la même manière.....	60	6938
6° Dix autres secousses verticales semblables aux dernières................	54	6992
7° Vingt autres secousses semblables......	20	7012
8° Vingt autres secousses semblables.....	14	7026
9° Vingt autres secousses semblables ne produisent pas de nouveau vide......	»	»
TOTAL.............	450 gr	

Je puis donc espérer qu'après ces nombreuses secousses, qui ont fait pénétrer dans le litre L un supplément de 450 grammes de plomb, représentant environ 67 centimètres cubes, le volume du plomb est enfin arrivé au minimum.

Mais en vidant le litre L, à la fin de l'expérience, je m'aperçois qu'à la partie inférieure de ce vase un certain nombre de grains de plomb sont quelque peu déformés. Pendant que les couches supérieures continuaient à se tasser par simple glissement des grains, les inférieures, soumises à de plus fortes pressions, commençaient déjà à se tasser par aplatissement des grains de plomb. Si l'expérience eût été arrêtée plus tôt, ce dernier phénomène ne se serait pas produit, mais le tassement des couches supérieures eût été incomplet; et, comme il est impossible de savoir à quel moment commence la déformation des grains, il faut renoncer à la chimère de réduire le plomb à son minimum de volume, ce qui serait pourtant le seul moyen de le ramener à un volume fixe.

A défaut de cette limite chimérique, peut-on établir du moins une limite conventionnelle? Mais il faudrait pour cela déterminer le nombre, la hauteur et la force des secousses ; ce sont là des choses qu'il est vraiment impossible de réglementer, et il est clair d'ailleurs que ce procédé serait beaucoup trop long pour qu'on pût songer à l'admettre dans la pratique ; j'ajoute qu'on ne

peut tirer aucun parti du procédé du bourrage à l'aide d'un fuseau long et conique. Ce procédé, qui réussit parfaitement dans le crâne, ne réussit pas dans les vases cylindriques, le plomb glissant le long du vase et remontant autour du fuseau.

Il faut donc abandonner l'idée de tasser après coup le plomb dans les vases gradués, par des moyens mécaniques; le volume du plomb ne doit être influencé que par les conditions de son écoulement. Celles-ci peuvent être fixées par une convention et l'on peut ainsi faire disparaître ou réduire à des proportions très-faibles les variations résultant du cubage direct dans les vases gradués.

Mais le cubage du plomb, dont il m'a paru nécessaire de parler d'abord, n'est que la seconde partie de l'opération du cubage des crânes. La première est celle du jaugeage, dont je vais m'occuper maintenant.

9° *Du jaugeage du crâne par le plomb.* — Ce que j'ai dit plus haut sur l'incertitude de la répartition du plomb dans les vases cylindriques permet déjà de pressentir que le plomb versé dans le crâne à travers le trou occipital doit s'y répartir d'une manière bien plus inégale et bien plus incertaine encore. Aux variations dépendant de la vitesse de l'écoulement, de la largeur et de la position de l'entonnoir, viennent se joindre celles qui résultent de l'irrégularité de la surface interne du crâne, de la grande inégalité des distances qui séparent le trou occipital des régions antérieure, latérales et postérieure de la boîte crânienne; n'oublions pas enfin que, sur beaucoup de crânes, lorsque le trou occipital regarde en haut, il reste au-dessus du plan de ce trou, vers la base des apophyses mastoïdes et vers les bosses cérébelleuses, un espace plus ou moins considérable.

Versez simplement le plomb dans le trou occipital jusqu'à ce que le crâne paraisse plein, et on pourra croire la jauge complète. Mais inclinez alors le crâne en avant, et il se produira alors un vide; tapez ensuite sur le crâne avec la main, comme faisait Tiedmann, et le vide s'accroîtra; comblez ce vide, secouez fortement le crâne, et vous verrez apparaître un nouveau vide; continuez ainsi en tapant, inclinant et secouant le crâne; il arrive un moment où le vide ne se produit plus, et vous pouvez croire alors le crâne plein. Pourtant, si vous introduisez le doigt à

travers le trou occipital, il pénètre dans le plomb sans beaucoup de difficulté, et quand vous le retirerez, vous apercevrez un creux assez profond ; comblez ce creux et recommencez jusqu'à ce que le doigt ne pénètre plus, la jauge cette fois semble bien complète. Erreur : car si vous appliquez le pouce à plat sur le plomb dont le niveau affleure le trou occipital, vous sentez qu'il s'affaisse aisément sous une pression modérée ; remplissez le vide et comprimez encore une fois, deux fois et de plus fort en plus fort jusqu'à ce qu'enfin le niveau du plomb semble décidément fixe. Il n'y a plus à en douter, le crâne paraît entièrement rempli ; on aurait beau presser, on n'y ferait pas pénétrer 1 gramme de plomb. L'expérience a été longue, mais on a lieu de la croire satisfaisante.

Eh bien, prenez alors un fuseau de bois, gros comme le doigt, long de 16 à 20 centimètres, et terminé en pointe mousse ; poussez-le dans le plomb, il s'y enfoncera jusqu'à la garde ; retirez-le, poussez-le encore, au bout de trois ou quatre coups vous verrez que le niveau du plomb a baissé de plus de 1 centimètre. Remplissez le vide et continuez ; la résistance s'est accrue, le fuseau pénètre de moins en moins ; mais il entre toujours un peu ; les coups deviennent de moins en moins profonds le plomb commence à sourdre de bas en haut à travers les trous déchirés et les trous ovales. Enfin le fuseau ne pénètre plus, et cette fois le crâne est bien réellement plein. Le plomb qu'il renferme est réduit à son minimum de volume, ou du moins au minimum que vous puissiez lui donner.

Vous avez eu soin de prendre votre plomb supplémentaire dans un vase gradué ; vous pouvez ainsi apprécier la quantité de plomb que ces opérations successives ont ajoutée à la jauge primitive. Or, depuis le moment où le crâne a paru plein pour la première fois jusqu'au moment ou le bourrage est parvenu à son terme, la jauge s'est accrue d'une quantité qui sur un crâne de capacité moyenne, comme notre crâne étalon, n'est jamais inférieure à 120 centimètres cubes, et qui s'élève quelquefois (cela dépend des hasards de la jauge primitive) jusqu'à 150 centimètres cubes. Voici par exemple une expérience faite sur le crâne étalon.

1° On verse le plomb à travers l'entonnoir de 12 millimètres, en ayant soin de tenir d'abord le crâne incliné en avant pour remplir la loge frontale, et de le redresser ensuite pour remplir la loge occipitale. Le crâne alors paraît plein ; c'est la première, jauge égale à..................	J
2° On incline plusieurs fois le crâne en avant, et on lui donne quelques tapes. On comble le vide et la jauge s'élève à..	J + 35 cc
3° On agite et on secoue fortement le crâne pendant une minute. Nouveau vide, qui permet de porter la jauge à.....	J + 87
4° On bourre tant qu'on peut avec le bout de l'index.........	J + 105
5° On appuie sur le plomb avec le plat du pouce.............	J + 112
6° Enfin on bourre avec le fuseau jusqu'à la limite, puis on termine par une pression avec le plat du pouce, et l'on arrive à..	J + 152

Les auteurs qui se sont servis du plomb pour jauger le crâne ne semblent pas avoir connu ces différences. Ils ont parlé de « remplir le crâne », comme s'il s'agissait d'y verser un liquide, et sans se douter que le procédé d'introduction peut faire varier considérablement la jauge. Il est probable que personne ne s'en est tenu à notre première jauge J, et qu'on a toujours au moins incliné et secoué le crâne. Morton allait plus loin; après avoir versé le plomb jusqu'au niveau du trou occipital il « pressait sur les grains avec le doigt jusqu'à ce que le crâne ne pût en contenir davantage » (1), mais je pense qu'il restait encore bien au-dessous de la cinquième jauge du tableau précédent, caractérisée par la même manœuvre, car, lorsque la pression avec le plat du pouce n'est pas précédée du bourrage avec l'index (2), précédé lui-même d'inclinaisons et de secousses, elle dépasse à peine notre troisième jauge. C'est parce que la loge postérieure du crâne est séparée de la loge moyenne par les saillies des deux rochers et de la lame carrée, sur lesquelles les grains de plomb prennent un appui. La pression faite avec le plat du pouce sur le plomb qui affleure le plan du trou occipital produit un refoulement dont les effets ne sont pas uniformes dans tous les sens. Ils sont au maximum dans le sens vertical; mais, par

1. Morton n'a parlé de cette pression qu'en décrivant la jauge aux graines de moutarde, suivant le procédé de Phillips (*Crania americana*, Philad., 1839. In-fol., p. 253) ; mais il est probable qu'il y a eu recours aussi pour le jaugeage au plomb, puisque, dans le passage où il parle de ce jaugeage, il dit qu'il a continué à suivre le procédé de Phillips, si ce n'est qu'il a substitué le plomb de chasse aux graines de moutarde. (Morton, *Catalogue of Skulls*, Philad. 1849; réimprimé dans l'introduction du *Catalogue of the Human Crania*, de Aitken Meigs. Philad., 1857. In-8°, p. 16.)

2. Tiedemann recommandait de *bourrer* le mil avec l'index, mais il ne paraît pas que cette manœuvre, plus efficace d'ailleurs pour le mil que pour le plomb, ait été appliquée au plomb.

suite de la décomposition des forces, ils décroissent d'autant plus que l'on considère des directions plus obliques. Dans les couches superficielles, la poussée se transmet aux grains suivant des lignes presque horizontales, et avec une force très-amoindrie, et les grains franchissent très-difficilement l'obstacle qu'oppose à leur progression en avant la saillie des rochers et de la lame carrée. Pour que la poussée puisse se transmettre jusque dans les loges temporale et frontale, il faut qu'elle émane, non du trou occipital mais, en quelque sorte, du centre de la masse déjà introduite dans le crâne, et ce résultat ne peut-être obtenu que par le bourrage. La pression avec le pouce est indispensable pour terminer le jaugeage; lorsque le fuseau ne pénètre plus dans le plomb qu'à une profondeur de quelques millimètres, son action devient nulle; les grains qu'il déplace ne pouvant plus fuir, retombent, après chaque coup, à la même place. Alors on ajoute sur le trou occipital un petit amas de plomb sur lequel on appuie le pouce, et cette pression termine définitivement le jaugeage. Mais, appliquée avant le bourrage, comme le faisait Morton, la pression est un moyen tout à fait insuffisant.

Je crois donc pouvoir dire que, jusqu'au jour où j'ai appelé sur ce point l'attention de la Société d'anthropologie, en prouvant que le bourrage seul peut donner une jauge complète (1), personne n'avait dépassé le résultat correspondant à notre troisième, ou au plus à notre quatrième jauge, laquelle est inférieure de près de 50 centimètres cubes à la jauge complète (2). Mais ce qu'il y avait de plus fâcheux, ce n'était pas l'insuffisance de la jauge, c'était la grande variabilité des résultats. Le même expérimentateur, remplissant plusieurs fois de suite le même crâne, autant qu'il le peut sans le secours du bourrage, obtient des différences qui peuvent aller jusqu'à 30 et 40 centimètres cubes. J'ai fait cet essai moi-même un très-grand nombre de fois ; je l'ai fait répéter bien souvent par diverses

1. *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1re série, t. III, p. 105. 20 février 1861, et dans P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I, p. 350.

2. Cela ne veut pas dire que les capacités mesurées auparavant fussent trop petites, ni que nous puissions les corriger en y ajoutant un certain nombre de centimètres cubes, car l'évaluation de la capacité ne dépend pas seulement de l'opération du jaugeage, mais encore de celle du cubage, lequel suivant le procédé et les instruments que l'on adopte, peut donner des variations considérables en plus ou en moins.

personnes, et j'ai acquis la conviction qu'*il n'existe d'autre moyen de rendre la jauge fixe que de la porter au maximum, à l'aide du bourrage.*

La nécessité du bourrage est suffisamment démontrée par les expériences faites sur le crâne étalon : mais je rappelle que ce crâne, choisi en vue du jaugeage au mercure, présente une conformation qui diminue notablement les chances d'erreur. Le plan du trou occipital laisse au-dessus de lui la totalité de la boîte crânienne, de sorte que, lorsque ce trou est retourné en haut, les liquides qu'on y verse remplissent entièrement le crâne. Or, j'ai déjà dit que, sur beaucoup de crânes, il reste au-dessus du plan du trou occipital un espace vide, soit au niveau des régions mastoïdiennes, soit dans les fosses cérébelleuses. Les liquides ne peuvent évidemment pas remplir ce vide, non plus que les solides introduits par la seule pesanteur ; mais le bourrage, en refoulant les grains de plomb, les force à y remonter et à s'y maintenir. On ne peut donc obtenir une jauge complète sans le moyen du bourrage.

Le bourrage lui-même ne donne pas de résultats constants, lorsqu'on emploie, pour le pratiquer, des fuseaux de forme variable. Ainsi, mon ami M. Bertillon a constaté dernièrement dans mon laboratoire qu'un fuseau conique fait pénétrer dans le crâne au moins 10 centimètres cubes de plomb de plus qu'un fuseau de même longueur et de même largeur, mais de forme pyramidale et quadrangulaire. C'est parce que le fuseau conique refoule plus régulièrement les grains de plomb.

Le fuseau conique doit évidemment recevoir la préférence. Il convient de donner à sa partie cylindrique un diamètre constant (20 millimètres). Sa partie conique doit avoir 10 centimètres de long et se terminer en pointe mousse. Il n'est pas nécessaire de commencer à bourrer dès le début du jaugeage mais j'ai reconnu que la jauge est moins complète et moins uniforme, lorsqu'on attend pour bourrer que le crâne paraisse plein. J'ai donc pris l'habitude de commencer le bourrage dès que le premier litre de plomb est introduit. En opérant ainsi, je suis arrivé à régulariser le jaugeage à un degré voisin de la précision. J'ai fait bien souvent l'expérience de cuber jusqu'à dix fois de suite le crâne étalon, sans que l'écart entre le maximum et le mini-

mum dépassât 5 centimètres cubes ; il est même rare qu'il aille au-delà de 3 centimètres cubes ; et ce qui est plus significatif encore, c'est que des cubages pratiqués à des intervalles de plusieurs semaines ne différaient pas plus entre eux que ceux que l'on pratiquait coup sur coup. Mais, pour obtenir une pareille fixité, il ne suffit pas que la jauge elle-même soit fixe, il faut encore que le cubage dans les vases gradués soit fait d'une manière absolument uniforme, avec un entonnoir fixé sur un opercule.

Le procédé du bourrage soulève une objection toute naturelle. N'est-il pas à craindre qu'en remplissant ainsi le crâne au maximum, on ne soumette les grains de plomb à des pressions capables de les déformer ? L'expérience a prouvé que cette crainte n'est pas fondée. Le même plomb ne peut pas servir indéfiniment ; le frottement du fuseau use les grains à la longue, comme on va le voir, mais il leur laisse leur forme sphérique. Je conserve encore comme spécimen le plomb n° 8 qui m'a servi continuellement de 1861 à 1870 ; on y a ajouté de temps à autre un peu de plomb neuf, pour remplacer les grains qui se perdent pendant le cubage ; mais plus de la moitié de ce plomb date de 1861. Or les grains sont encore parfaitement sphériques, quoiqu'ils aient été bourrés plusieurs milliers de fois par des mains différentes, dans tous les crânes du Muséum, de la Société d'anthropologie et de mon laboratoire, sans parler du crâne étalon qui a été cubé à lui seul deux ou trois cents fois. L'action du fuseau *conique*, se répartissant de proche en proche dans toute la masse, suffit pour mettre tous les grains en mouvement et pour leur donner un arrangement de plus en plus régulier; mais elle n'est pas assez forte pour les déformer.

Je viens de dire que le bourrage finit à la longue par user les grains. Ce n'est qu'un médiocre inconvénient, car le volume des grains de plomb n'influe pas beaucoup sur la jauge. Je pense néanmoins qu'il est bon de renouveler le plomb au bout de deux ou trois cents cubages. On troque aisément chez les armuriers, avec peu de perte, le plomb vieux contre du plomb neuf. Il faut d'ailleurs que la provision soit renouvelée toute à la fois, car lorsqu'on ajoute de temps en temps un peu de plomb neuf pour

remplacer celui qui s'est perdu, comme je l'ai fait pendant longtemps, on arrive à avoir des grains inégaux, les plus anciens étant les plus usés. C'est ce que l'on peut voir sur mon vieux plomb de 1861. Dès que je m'en suis aperçu, j'ai mis ce plomb à la réforme, et, le comparant alors avec du plomb homogène, j'ai vu qu'il donnait des résultats moins fixes, ce qu'il était d'ailleurs facile de prévoir, car il est clair que des grains inégaux ne peuvent pas se répartir et se tasser d'une manière régulière.

J'ai remarqué enfin que le plomb tout à fait neuf, encore brillant, donne des jauges moins fortes et moins fixes que ce même plomb déjà dépoli par quelques expériences et sali par la poussière qui se trouve dans la plupart des crânes. Le bourrage du plomb neuf est plus long et plus difficile, les grains reculant plus aisément, après chaque coup, dans le vide creusé par le fuseau. Il y a donc avantage à faire une dizaine d'essais préparatoires chaque fois que l'on renouvelle le plomb.

Il faut en outre de temps en temps cribler le plomb sur une passoire de cuisine, pour le purger de la poussière qu'il entraîne avec lui.

10° *Du choix du numéro du plomb.* — J'arrive enfin à une question qui n'est pas sans utilité, quoiqu'elle soit beaucoup moins importante que les précédentes ; Morton employait le plomb d'un huitième de pouce anglais de diamètre (environ 3 millimètres) ; c'est le plomb qui, chez nos armuriers, porte le numéro 4. Comme l'espace vide qui reste entre la paroi des vases et la surface de la masse de plomb s'accroît d'autant plus que les grains sont plus gros, j'ai été conduit à chercher s'il n'y avait pas quelque avantage à choisir des plombs plus fins que le numéro 4.

Mes expériences comparatives ont été commencées dans les magasins de l'armurier Lefaucheux, dont le successeur, M. Lafiteau, a eu l'extrême complaisance de mettre à ma disposition les plombs des divers calibres. Elles ont été achevées dans mon laboratoire. Elles ont porté principalement sur les plombs n° 4 (3 millimètres de diamètre), n° 8 (2^{mm}, 2) et n° 12 (0^{mm}, 9). Ce dernier plomb est connu sous le nom de *cendrée.*

Il me semble superflu de relater ici ces nombreuses expé-

riences, qui ont rempli plusieurs longues séances. Je me bornerai à en indiquer les résultats généraux.

Toutes les influences qui ont été ci-dessus étudiées, celle de la vitesse de l'écoulement, celle de la hauteur des vases, celle de la situation de l'entonnoir, agissent à la fois et dans le même sens sur tous les numéros de plomb, mais non pas exactement au même degré.

Les variations de volume qu'elles déterminent sont plus grandes sur le numéro 4 que sur le numéro 8, et un peu plus grandes sur le numéro 8 que sur le numéro 12. Elles peuvent, dans les trois cas, être réduites à de très-faibles proportions par l'adoption d'un appareil instrumental fixe et d'un manuel opératoire uniforme; mais ce résultat s'obtient plus aisément avec le petit plomb qu'avec le gros plomb, et cette considération serait de nature à faire choisir la cendrée (nº 12), s'il n'y avait à se préoccuper que du cubage proprement dit.

Mais il faut avant tout songer au jaugeage, car si la jauge est incertaine ou incorrecte, l'exactitude du cubage devient inutile. Or, sous ce rapport, la cendrée est moins fidèle que le plomb nº 8.

Il y a cependant une circonstance qui pourrait, au premier abord, faire croire à la supériorité de la cendrée. Lorsqu'on se contente d'introduire le plomb dans le crâne par la seule action de la pesanteur et des secousses, *sans le secours du bourrage*, les jauges sont d'autant moins variables que les grains de plomb sont plus petits. Ainsi sur dix jauges consécutives du crâne étalon par la cendrée, l'écart entre le maximum et le minimum n'a été que de 17 centimètres cubes, tandis qu'un même nombre d'expériences faites avec les deux autres numéros ont donné un écart de 33 centimètres cubes pour le numéro 8, et de 40 centimètres cubes pour le numéro 4.

Mais, d'une part, les variations des jauges de la cendrée, pour être les plus faibles, n'en sont pas moins encore inacceptables. D'une autre part, ces jauges, obtenues sans l'intervention du fuseau, sont toujours bien au-dessous de la jauge complète. Le crâne étalon, dont la capacité est de 1 424 centimètres cubes, n'a jamais pu recevoir ainsi plus de 9 657 grammes de cendrée, et cette quantité de plomb nº 12, cubée dans les conditions les

plus propres à augmenter le volume du plomb, ne donne que 1 399 centimètres cubes.

L'emploi de la cendrée ne saurait donc nous dispenser de recourir au bourrage, qui est seul capable de donner des jauges complètes, et c'est ici que se manifeste la supériorité du plomb n° 8.

La cendrée se bourre très mal. Lorsqu'on retire le fuseau, la plupart des grains retombent dans le vide que le fuseau a creusé. Le nombre de grains de plomb interposés entre le fuseau et la surface interne du crâne est si considérable que la poussée ne se transmet que difficilement et incomplètement aux grains les plus excentriques. L'opération du bourrage est donc très longue, et, lorsqu'elle est achevée, la jauge est encore insuffisante.

J'ai déjà dit que le jaugeage simple peut introduire dans le crâne étalon jusqu'à 1,399 centimètres cubes de cendrée ; or le bourrage n'y fait pénétrer que 14 centimètres cubes de plus, de sorte que je n'ai jamais pu dépasser le maximum de 1,413 centimètres cubes (1).

L'insuffisance du bourrage de la cendrée ne pouvant être attribuée qu'à la petitesse des grains, on peut être tenté de croire que le plomb n° 4 doit être à cet égard préférable au numéro 8 ; mais l'expérience prouve que, des trois numéros de plomb que j'ai essayés, le numéro 4 est celui qui donne des jauges les plus faibles. Jamais, avec ce plomb, la jauge du crâne étalon n'a pu monter dans les éprouvettes au-delà de 1,400 centimètres cubes, chiffre inférieur de 24 centimètres cubes à la capacité réelle. Ce déficit est trop fort pour qu'on puisse l'attri-

1. La cendrée a en outre l'inconvénient d'être d'un maniement peu commode. La petitesse des grains leur permet de se réfugier dans les moindres interstices, d'y rester, de s'engager sous les ongles, de s'écouler par les moindres trous ; en retournant le crâne, on voit les grains s'échapper à travers les trous déchirés, les trous ronds, les trous ovales : on est donc exposé à perdre une partie de la jauge, à moins qu'on ne bouche tous ces trous en y poussant de petits tampons de ouate avec une aiguille à tricoter ; l'opération qui consiste à vider complètement le crâne pour extraire les derniers grains est enfin très-longue. Pour peu qu'il y ait quelque humidité sur le crâne ou sur les vases, ou sur les mains de l'opérateur, la cendrée s'y attache. Ce ne sont là sans doute que de légers inconvénients ou même de simples désagréments ; mais tout ce qui fait perdre du temps doit être pris en considération, et il est préférable, par conséquent, de choisir un numéro de plomb plus gros et plus lourd que la cendrée.

buer exclusivement à l'insuffisance du bourrage. J'ai lieu de croire qu'il dépend en grande partie de ce que les grains, étant très-lourds, se tassent toujours plus dans les mesures graduées, sous l'influence de la pesanteur, qu'on ne peut les tasser dans le crâne par la poussée du fuseau ; car le poids des grains, qui favorise leur tassement dans les vases, contrarie au contraire leur tassement dans le crâne ; ceux qu'un coup de fuseau a fait remonter retombent avant le coup suivant, et il devient très-difficile de leur faire atteindre le niveau des trous de la base du crâne ; il y a d'ailleurs, sur cette même base, des anfractuosités assez étroites, où leur volume ne leur permet pas de pénétrer.

En résumé, la cendrée se bourre mal, parce que les grains sont trop *petits,* et le numéro 4 se bourre mal, parce que les grains sont trop *lourds*.

Le plomb n° 8, dont les grains ne sont ni trop petits ni trop lourds, est celui qui se bourre le mieux ; c'est lui qui donne les jauges à la fois les plus fixes et les plus fortes. Ces jauges, à la faveur d'un appareil de cubage convenable, peuvent atteindre dans les vases un volume égal à la capacité absolue du crâne. Ces raisons doivent décider notre choix en faveur du plomb n° 8.

11° *Du choix des vases et des entonnoirs.* — L'opération du bourrage, pratiquée avec les précautions qui seront décrites plus loin, permet de porter au maximum la jauge du crâne. C'est à cette condition seulement que l'on peut obtenir une jauge fixe, ou à peu près fixe.

Mais le plomb de la jauge, une fois recueilli, peut, suivant qu'on le tasse plus ou moins, prendre un volume plus ou moins grand. Il dépend de nous d'augmenter ou de diminuer ce volume par le choix de vases plus ou moins hauts, d'entonnoirs plus ou moins larges. Il s'agit donc, pour obtenir un cubage exact, de régler le mesurage du plomb de telle sorte qu'il soit tassé dans les vases où on le mesure au même degré, ni plus ni moins, qu'il l'était dans le crâne.

Or, comme on ne peut déterminer directement le degré de pression que l'action du fuseau fait subir aux grains de la jauge crânienne, il est impossible de calculer à l'avance les dimensions respectives de l'entonnoir et des vases, de manière à s'assurer

que le tassement moyen soit le même dans le cubage et dans le jaugeage. Mais ce que ne peut faire le calcul, le tâtonnement expérimental peut le faire.

Il y a ici deux conditions en présence : la hauteur des vases et la vitesse de l'écoulement. On peut les combiner d'un grand nombre de manières en les corrigeant l'une par l'autre. On peut donc choisir les vases les plus commodes pour la pratique, et régler la vitesse de l'écoulement de manière à donner au plomb un volume égal à la place qu'il occupait dans le crâne.

Toutefois le choix des vases n'est pas illimité; il faut qu'ils ne soient ni trop larges ni trop hauts. Si leur hauteur excède 50 centimètres, le plomb, tombant de trop haut, se tasse plus qu'on ne peut parvenir, quoi qu'on fasse, à le tasser dans le crâne. C'est en vain qu'on emploie le plus large entonnoir pour augmenter le volume du plomb en augmentant la vitesse de l'écoulement; la capacité que l'on obtient reste toujours notablement inférieure à la capacité réelle du crâne. Si d'un autre côté leur largeur dépasse 4 à 5 centimètres, les graduations sont trop rapprochées et la lecture des chiffres est incertaine. On ne peut, en effet, se contenter de divisions se succédant par centilitres; il faut que les demi-centilitres, au moins, représentant 5 centimètres cubes, soient marqués sur l'échelle, et il faut même que ces marques soient assez espacées pour qu'on puisse, à l'œil, déterminer le volume du plomb à 1 centimètre cube d'approximation. Sur un cylindre de 6 centimètres de diamètre, le centilitre n'occupe qu'une hauteur d'environ 3 millimètres et demi; le demi-centilitre n'a plus que 1^{mm},7, et il est tout à fait impossible d'apprécier les fractions du demi-centilitre. N'oublions pas en effet que la surface du plomb n'est pas unie et horizontale comme le serait celle du mercure; la saillie des grains, l'ondulation de la surface considérée dans son ensemble, ne permettent pas d'apprécier rigoureusement le niveau; et si l'on ne veut pas s'exposer à des erreurs de 4 à 5 centimètres cubes, il faut absolument choisir un vase assez étroit pour que les divisions soient beaucoup plus espacées. Sur une éprouvette large de 5 centimètres, les conditions sont déjà acceptables; le demi-centilitre occupe alors une hauteur d'environ 2 millimètres et demi et l'observateur est plus à l'aise. Mais l'éprouvette de 4 centimètres de diamètre est bien

préférable encore, car elle donne environ 4 millimètres de hauteur au demi-centilitre, ce qui permet de ne jamais se tromper de plus de 1 centimètre cube en lisant la graduation. Ajoutons enfin, en faveur des vases étroits, que l'irrégularité de la surface du plomb diminue en même temps que le diamètre du cylindre. Concluons donc que les éprouvettes ne doivent pas dépasser une largeur de 4 à 5 centimètres et une hauteur de 40 à 50 centimètres.

Cela posé, la quantité de plomb qu'il s'agit de cuber peut aller jusqu'à 1,800 ou 1,900 centimètres cubes, sans parler des crânes hydrocéphales, dont la capacité est pour ainsi dire illimitée. On ne pourrait cuber cette masse en une seule fois sans prendre des vases beaucoup trop larges ou beaucoup trop hauts. D'ailleurs, des éprouvettes en verre ne supporteraient pas un poids de plomb qui peut aller jusqu'à 12 et 13 kilogrammes; on serait donc obligé d'employer, comme Phillips, des vases métalliques, qui ne peuvent être gradués, et dans lesquels le cubage ne peut se faire qu'à l'aide d'une graduation indirecte et d'une instrumentation beaucoup trop compliquée.

Il faut donc pratiquer le cubage en plusieurs fois.

Or on remarquera que la jauge est toujours notablement supérieure à 1 litre; cela permet d'employer pour la mensuration du premier litre une mesure non graduée; et ici il y a tout avantage à se servir d'un vase métallique, qui peut être manié aisément au moyen d'une anse, et qui n'est pas exposé aux fractures. Le litre officiel, en étain, mesure poinçonnée et invariable, qu'on se procure à vil prix, convient parfaitement pour cet usage. On le remplit comme on veut, jusqu'à ce que le plomb déborde; on le rase immédiatement avec une règle mince, et le premier litre est mesuré.

Pour mesurer l'excédant, il faut évidemment employer un vase gradué et par conséquent un vase en verre. Or le volume de cet excédant peut aller jusqu'à 800 ou 900 centimètres cubes, et cela pourrait conduire à choisir une éprouvette de 1 litre; mais une éprouvette de 1 litre a toujours plus de 5 centimètres de diamètre, ou plus de 50 centimètres de haut, et ne saurait par conséquent nous convenir; tandis qu'une éprouvette d'un demi-litre, haute de 38 à 40 centimètres, bonne hauteur, et

large d'environ 4 centimètres, bonne largeur, permet de mesurer l'excédant en une ou deux fois. Sur cette éprouvette, ainsi qu'on vient de le voir, les divisions qui se succèdent de 5 en 5 centimètres cubes sont espacées d'environ 4 millimètres, et le volume de plomb s'apprécie très correctement. Lorsque le volume à mesurer dépasse 1,500 centimètres cubes, on remplit une première fois l'éprouvette, on la rase, on la vide, et pour achever le cubage on y verse le dernier supplément de plomb. C'est une petite complication, mais elle est indispensable pour l'exactitude des résultats. On sait d'ailleurs que la majorité des crânes ne jaugent pas plus de 1,500 centimètres cubes.

D'après ces considérations, j'ai choisi, pour pratiquer le cubage, les deux vases suivants : 1° le litre officiel, en étain, vase large de 86 millimètres et haut de 175; 2° une éprouvette graduée, d'un demi-litre de capacité, haute de 38 centimètres et dont le diamètre intérieur est d'environ 4 centimètres.

Ce choix une fois fait, il s'agissait de régler la vitesse de l'introduction du plomb dans chaque vase, de manière à donner à ce plomb un volume égal à la capacité du crâne.

Pour cela, j'ai d'abord déterminé le poids de la jauge du crâne étalon, dont la capacité absolue est connue. On a vu plus haut que les expériences faites avec le mercure ont fixé cette capacité à 1,424 centimètres cubes.

J'ai donc dix fois de suite jaugé le crâne étalon avec le plomb n° 8 et pesé avec soin chaque jauge. Le poids maximum s'est élevé à 9,354 grammes; le poids minimum, à 9,327. Le poids moyen des dix expériences a été de 9,342 grammes. La température était à 25 degrés.

Prenant alors 9,342 grammes de ce plomb, je les ai introduits avec des vitesses diverses dans mes deux vases, mesurant d'abord le premier litre dans le litre en étain et versant ensuite le surplus dans l'éprouvette graduée.

J'ai d'abord reconnu que l'écoulement du plomb doit être très rapide; toutes les fois que j'introduisais lentement cette substance dans mes vases, le volume des 9,343 grammes de plomb était notablement inférieur à 1,424 centimètres cubes. En d'autres termes, le plomb tend à occuper moins de place dans des vases cylindriques et réguliers que dans la cavité irrégulière du crâne,

où il ne pénètre que par une petite ouverture. Ce résultat est conforme à ce que nous connaissons déjà sur les conditions qui font varier le volume du plomb.

Pour atteindre le volume de 1,424 centimètres cubes, il faut d'abord introduire le plomb dans le litre en étain avec le *maximum de vitesse*, ce que l'on fait de la manière suivante : La jauge entière est reçue dans le double litre. Ce vase est soulevé jusqu'au niveau du bord supérieur du litre en étain, sur lequel on l'appuie; puis on le retourne assez rapidement pour remplir le litre en deux à trois secondes; alors on rase le chapeau sans imprimer aucune secousse au litre et on recueille tout l'excédant pour le mesurer à son tour dans l'éprouvette.

On a ainsi donné au premier litre de la jauge le plus grand volume qu'on puisse lui donner dans un vase cylindrique; en d'autres termes, on a rendu aussi fort que possible l'excédant qui va être cubé dans l'éprouvette, et qui, tombant de haut, va se trouver dans des conditions propres à lui faire subir une réduction de volume. Il s'agit donc de régler l'introduction de cet excédant de plomb dans l'éprouvette, de manière à obtenir une réduction qui ne soit ni trop forte ni trop faible. Or on a vu plus haut que ce résultat dépend de la vitesse de l'écoulement, c'est-à-dire de la largeur du goulot de l'entonnoir.

Ceci étant une affaire de tâtonnement, j'ai fait faire plusieurs entonnoirs qui ne diffèrent entre eux que par la largeur de leur goulot, et j'ai étudié d'abord la vitesse du passage du plomb n° 8 à travers chaque entonnoir, d'après la durée de l'écoulement de 1 litre de plomb. Cette étude préliminaire a donné les résultats suivants :

Numéros des entonnoirs.........	E^1	E^2	E^3	E^4	E^5
Diamètre du goulot.............	10^{mm}	12^{mm}	15^{mm}	17^{mm}	20^{mm}
Durée de l'écoulement :					
Expérience 1......	37″	29″	25″	21″	14″
Expérience 2......	38″	28″	24″	20″	13″
Expérience 3......	38″	28″	25″	21″	13″
Expérience 4......	37″	29″	24″	20″	14″
MOYENNE......	37″,50	28″,50	24″,50	20″,50	13″,50

La vitesse de l'écoulement s'accroît donc beaucoup plus que les diamètres des goulots et presque comme les carrés de ces diamètres.

M'étant ainsi rendu compte du débit de mes cinq entonnoirs, je me suis successivement servi de chacun d'eux pour achever dans l'éprouvette le cubage des 9,342 grammes de plomb qui représentent la jauge moyenne du crâne étalon. Dans chaque expérience, je remplissais d'abord le litre en étain au maximum de vitesse ; le reste donnait dans l'éprouvette graduée un certain nombre de centimètres cubes que j'ajoutais à 1,000 pour avoir le volume total. Les résultats sont inscrits sur le tableau suivant :

	Entonnoir E[1] (10mm).	E[2] (12mm).	E[3] (15mm).	E[4] (18mm).	E[5] (20mm).
	1408cc	1412cc	1415cc	1416cc	1423cc
	1409	1413	1414	1418	1425
	1409	1411	1416	1420	1423
	1409	1411	1414	1419	1424
	1408	1411	1415	1418	1422
	1407	1412	1414	1418	1424
Moyenne..	1408,33	1412,16	1414,66	1418,16	1423,50

Les chiffres de ce tableau parlent d'eux-mêmes (1). Il s'agissait de retrouver le volume de 1,424 centimètres cubes, qui représente la capacité absolue du crâne étalon. Les entonnoirs étroits n'ont pu donner que des volumes trop faibles ; en élargissant progressivement le calibre des goulots, le volume du plomb s'est rapproché de plus en plus du volume cherché ; enfin l'entonnoir de 20 millimètres a permis d'atteindre le chiffre de 1,423 à 1,424 centimètres cubes.

Nous pouvons en conclure, par conséquent, que la jauge d'un crâne ordinaire, en plomb n° 8, mesurée en deux temps, d'abord dans le litre en étain au maximum de vitesse, puis dans l'éprouvette graduée de 38 centimètres de haut, avec la vitesse que donne un entonnoir de 20 millimètres, revient au volume qu'elle occupait dans le crâne. En d'autres termes, le tassement moyen du plomb dans les deux vases est égal au tassement moyen du plomb introduit dans le crâne à l'aide du bourrage, et nous avons ainsi la preuve de l'exactitude de notre procédé de cubage.

1. Tous ces essais ont été faits le même jour, et par conséquent sous la même température, circonstance bonne à noter, car le volume des grains de plomb varie avec le thermomètre. A la fin de la dernière expérience, le plomb employé a été pesé de nouveau. Il ne s'était perdu que quelques grains de plomb, et la masse pesait encore 9,340 grammes.

On pourrait arriver au même degré d'exactitude en combinant d'une autre manière la hauteur des vases et la largeur de l'entonnoir ; il suffirait de recommencer, sur les mêmes principes, d'autres séries d'expériences. Mais je doute qu'on puisse trouver, pour la mensuration du premier litre, un vase aussi commode sous tous les rapports que le litre officiel en étain, et le choix de ce premier vase commande, pour ainsi dire, tout le reste du procédé.

Nous possédons maintenant les éléments nécessaires pour fixer le procédé et déterminer le manuel opératoire du cubage des crânes. Il ne sera pas inutile, en terminant, de décrire ce procédé dans tous ses détails.

§ 5. — *Description du procédé rigoureux du cubage par le plomb.*

Le matériel du cubage des crânes comprend :

1° Une provision de 13 kilogrammes de plomb n° 8 représentant un volume d'environ 2 litres.

Les grains du plomb n° 8 ont un diamètre de 2 millimètres et deux dixièmes. En d'autres termes, dix de ces grains, mis en file, occupent une longueur de 22 millimètres.

Ce plomb est déposé dans une solide boîte en bois de chêne, de 4 à 5 litres de capacité, assez longue pour qu'on puisse aisément y puiser le plomb à l'aide de la manette.

2° Une *manette* en fer-blanc, semblable à celle dont les épiciers se servent pour manier les grains de café.

3° Un large vase cylindrique en fer-blanc, pouvu d'une anse et d'une contenance d'un peu plus de 2 litres. Nous l'appelons le *double litre.* C'est dans ce vase qu'on vide les crânes, et on s'en sert ensuite pour verser le plomb dans les vases du cubage.

4° Le *litre en étain*, mesure revêtue du poinçon officiel qui en garantit l'exactitude. Largeur intérieure, 86 millimètres ; hauteur intérieure, 175 millimètres.

5° *L'éprouvette graduée*, cylindrique, d'une contenance d'un demi-litre (500 centimètres cubes), d'une hauteur de 38 à 40 centimètres et d'une largeur d'environ 4 centimètres.

Ce vase doit être en verre très-épais et très-solide et en

forme d'éprouvette, c'est-à-dire se continuant inférieurement avec une base élargie.

Les éprouvettes ne sont jamais exactement cylindriques. Les dimensions de notre éprouvette ne peuvent donc pas être rigoureusement fixées. Une différence de 1 à 2 centimètres sur la hauteur ne tire pas à conséquence. On cherche donc chez les marchands de cristaux une éprouvette dans laquelle un demi-litre de mercure monte à une hauteur de 38 à 40 centimètres, et on la fait couper exactement au niveau correspondant.

La graduation doit être faite expérimentalement et non géométriquement. On prend une mesure contenant 5 centimètres cubes de mercure, et on verse ce liquide dans l'éprouvette, de manière à marquer des divisions de 5 en 5 centimètres cubes.

Les éprouvettes graduées du commerce sont tout à fait trompeuses, parce qu'elles sont généralement divisées en parties égales. Il est bien rare d'ailleurs qu'elles aient les dimensions convenables.

6° *L'entonnoir à opercule*, en fer-blanc, large de 10 centimètres à sa partie supérieure, haut de 10 centimètres, terminé en un goulot cylindrique, large de 20 millimètres intérieurement et long de 1 centimètre. Cet entonnoir est destiné à introduire le plomb dans l'éprouvette graduée avec une vitesse déterminée. Il est fixé à frottement dans le centre d'un *opercule*. L'opercule est un disque en bois dur, épais de 2 centimètres, de forme circulaire et d'une largeur un peu supérieure à celle du diamètre extérieur de l'éprouvette. Une rainure circulaire, pratiquée sur sa face inférieure, permet de l'adapter exactement et centre pour centre (mais surtout sans frottement) sur l'ouverture de l'éprouvette. Au centre de l'opercule, on creuse une ouverture cylindro-conique, destinée à recevoir à frottement l'entonnoir, de manière à le fixer dans le centre et dans l'axe de l'éprouvette.

L'entonnoir à opercule, donnant un écoulement rapide, permet d'introduire promptement le premier litre de plomb dans le crâne ; mais, pour l'introduction du second litre, le bourrage devant accompagner l'écoulement du plomb, il est nécessaire d'employer un entonnoir sans opercule.

7° *L'entonnoir étroit* ou *sans opercule*. Il est semblable au précédent, si ce n'est que son goulot n'a que 12 millimètres de largeur. Il sert à introduire dans le trou occipital tout le plomb qui excède le premier litre. Il faut que son goulot soit étroit pour deux raisons : d'abord, parce qu'il faut réserver pour le passage du fuseau une grande partie de l'aire du trou occipital ; et ensuite, parce que le bourrage doit être fait avec une certaine lenteur, pour que la jauge puisse être complète.

8° *Deux grandes cuvettes* en terre, *a* et *b*, dans lesquelles on place le crâne pour le bourrer, le double litre pour y vider le crâne, et enfin le litre et l'éprouvette pour les raser.

9° Une *rase*, mince lame de bois à bord rectiligne, pour raser le plomb sur le litre ou sur l'éprouvette. Une petite équerre de géomètre remplit très-bien cet office.

10° Une *sébille* en bois, large d'environ 10 centimètres, sur laquelle on fait reposer le crâne pour le bourrer ; si l'on appuyait directement le crâne sur la cuvette, on le fixerait difficilement pendant le bourrage.

11° *Le fuseau*, pièce en bois dur, cylindro-conique, longue de 20 centimètres ; la partie cylindrique a 10 centimètres de long sur 2 de large ; la partie conique a donc également 10 centimètres de long ; elle se termine en pointe émoussée. La précision du bourrage exige que le fuseau ait les dimensions qu'on vient d'indiquer (1).

12° Plusieurs tampons de ouate pour tamponner les orbites ; une provision de ouate pour fermer les petites pertes de substance, et enfin quelque lames de ouate en feuilles gommées d'un côté, pour boucher les ouvertures de plus grande dimension.

13° Enfin une corde de moyenne grosseur (d'environ 8 millimètres de diamètre), assez longue pour faire huit à dix fois le tour du crâne, et destinée à consolider les crânes en mauvais état, ou ceux dont les sutures ne sont pas absolument immo-

1. Les personnes qui ne voudraient pas prendre la peine de faire faire elles-mêmes les divers instruments que nous venons d'énumérer, et spécialement les éprouvettes graduées, en trouveront l'assortiment complet chez M. Mathieu, fabricant d'instruments de chirurgie et d'anthropologie, à Paris.

biles. On devra toujours consolider ainsi *les crânes dans lesquels la suture sphéno-basilaire n'est pas soudée.* Sans cette précaution, la poussée excentrique du plomb pourrait disjoindre certaines sutures, et alors même qu'elle n'endommagerait pas le crâne, elle pourrait produire une dilatation qui augmenterait notablement la jauge. J'ai pu constater dans certains cas une différence de capacité de plus de 30 centimètres cubes, suivant que le crâne avait ou non été consolidé par des tours de corde.

L'existence d'une petite perte de substance n'empêche pas de pratiquer le cubage; lorsqu'elle n'a pas plus de 1 centimètre de large, on y pousse un tampon de ouate qui fait saillie à l'intérieur; le plomb aplatit cette saillie, qui ne diminue pas la capacité du crâne de plus de 1 à 2 centimètres cubes, erreur insignifiante. Lorsque la voûte orbitaire est cassée, ce qui est assez fréquent, on tamponne fortement l'orbite avec de la ouate; celle-ci empiète d'abord un peu sur la cavité du crâne, mais le plomb la refoule ensuite et l'erreur est encore très-minime. D'une manière générale, toutes les fois que la perte de substance ne paraît pas devoir introduire une erreur de plus de 4 à 5 centimètres cubes, la jauge est bonne, et on ne doit pas renoncer au cubage.

On peut même cuber avec une exactitude très-suffisante les crânes dont la voûte présente une perte de substance de 3 à 4 centimètres. On applique sur la perte de substance une lame de ouate gommée, recouverte d'une lame de papier en huit ou dix doubles, qui la déborde largement; on applique par-dessus une petite pièce de carton et on fixe solidement le tout avec plusieurs tours de corde.

Dans l'énumération précédente j'ai indiqué indistinctement tous les objets dont je me sers pour pratiquer le cubage. Il en est dans le nombre dont le choix est indifférent, et que chacun peut modifier à sa guise sans aucun inconvénient. Mais je dois signaler tout spécialement ceux qui exercent une influence directe sur les résultats du cubage, et qui ne pourraient être modifiés sans rendre l'opération incertaine ou trompeuse. Ce sont : n° 4, *le litre en étain ;* n° 5, *l'éprouvette graduée ;* n° 6, *l'entonnoir à opercule ;* et n° 11, *le fuseau.* Le fuseau assure la

fixité de la jauge ; les dimensions de l'entonnoir déterminent la vitesse de l'écoulement, et la hauteur des vases 4 et 5 détermine la hauteur de la chute du plomb. Lorsque ces trois conditions sont combinées d'une manière fixe, le cubage, pratiqué avec une attention suffisante, donne des résultats constants, à 5 centimètres cubes près, et lorsqu'elles sont combinées suivant les indications que j'ai données, les résultats ne sont pas seulement certains, ils sont en outre exacts, c'est-à-dire conformes à ceux du jaugeage au mercure.

Procédé opératoire. — L'opération du cubage des crânes ne peut être faite rapidement qu'avec le concours d'un aide. En se partageant le travail d'une manière méthodique, l'opérateur et son aide peuvent l'abréger beaucoup. Ils se placent vis-à-vis l'un de l'autre sur les bords d'une grande table où sont étalés tous les instruments.

Avant de cuber le premier crâne, on remplit de plomb le litre en étain ; ceci est fait une fois pour toutes, car pour le second crâne le litre se trouve déjà rempli par le cubage du premier, et ainsi de suite.

On place la sébille (n° 10) dans l'une des cuvettes *a*, et on y pose le crâne renversé sur sa voûte. De la main gauche, l'opérateur saisit l'entonnoir à opercule et l'applique sur le trou occipital, pendant que de la main droite il saisit le litre de plomb et le déverse dans le crâne, ce qui dure treize ou quatorze secondes. On pourrait se servir également à cet effet de l'entonnoir étroit (n° 7) ; mais l'écoulement du litre durerait deux fois plus longtemps, et il y a intérêt à abréger cette partie de la manœuvre, que le poids d'un litre de plomb, soulevé d'une seule main, rend assez fatigante.

Dès que le premier litre est introduit, l'opérateur soulève le crâne à deux mains, l'incline fortement en avant, en lui donnant une ou deux secousses, pour remplir les fosses frontales et temporales, puis le dépose de nouveau sur la sébille dans une direction légèrement inclinée en avant ; alors commencent à la fois le bourrage et l'introduction du second litre.

L'opérateur saisit de la main gauche l'entonnoir étroit (n° 7), applique le goulot sur le bord antérieur du trou occipital, le remplit rapidement de plomb et, pendant que celui-ci com-

mence à s'écouler dans le crâne, il saisit le fuseau de la main droite et bourre rapidement, en dirigeant d'abord les coups obliquement vers l'avant; à ce moment, le fuseau doit être poussé le plus loin possible. L'aide verse de temps à antre du plomb dans l'entonnoir, qui ne doit jamais rester vide; le creux produit par chaque coup de fuseau est ainsi immédiatement comblé par le plomb de l'entonnoir. On dirige alors le fuseau en obliquant de chaque côté vers les régions mastoïdiennes, puis on arrive vers les fosses occipitales; bientôt la résistance s'accroît; on voit le niveau du plomb s'élever jusqu'aux trous ovales et aux trous déchirés, puis on voit le plomb sourdre tant soit peu à travers ces ouvertures. Enfin le fuseau ne pénètre plus. On retire l'entonnoir; on rase avec le pouce le trou occipital, on appuie à plat la pulpe de ce doigt sur le plomb qui affleure ce trou, et on fait une forte pesée, qui produit quelquefois un nouveau vide. Enfin, quand le crâne est complètement rempli, on le saisit à deux mains en fermant toujours le trou occipital avec le pouce, on le retourne pour faire tomber dans la cuvette *a* le plomb qui a débordé sur l'apophyse basilaire et sur les anfractuosités voisines; puis, le transportant au-dessus de la cuvette *b*, où l'aide a disposé le double litre, on le retourne sur ce dernier vase en l'appuyant sur ses bords.

Pendant que le plomb du crâne s'écoule dans le double litre, l'aide vide la cuvettte *a* et y place le litre en étain. Au bout de cinq à six secondes, le crâne a déjà déversé dans le double litre plus de 1 litre de plomb. L'opérateur s'empare alors du double litre, laisse à l'aide le soin de vider complètement le crâne dans la cuvette *b*, et procède seul au cubage du premier litre. A cet effet, il saisit à deux mains le double litre, l'amène jusque sur le bord du litre en étain, et le soulève par le fond, de manière à faire écouler rapidement une nappe de plomb de la largeur du litre. Le litre doit être rempli en deux secondes au moins, trois secondes au plus. Un chapeau de plomb surmonte alors le litre, on le rase doucement et lentement, sans ébranler celui-ci, puis on dépose le litre plein sur la table, et on déverse dans le double litre le plomb recueilli dans la cuvette *a*. Pendant ce temps, l'aide a achevé de vider le crâne dans la cuvette *b*; ce nouveau reste de plomb est réuni aù précédent dans le double litre, et on passe au cubage du reste total.

L'éprouvette est à son tour posée dans la cuvette *a*. On y adapte l'entonnoir à opercule, sur lequel on appuie solidement la main gauche, et on applique sur le bord supérieur de l'entonnoir le double litre, qu'on relève d'abord assez rapidement pour remplir presque entièrement l'entonnoir; puis on continue à verser moins vite, de manière à maintenir le plus longtemps possible le niveau du plomb dans l'entonnoir.

Lorsque le crâne jauge moins de 1500 centimètres cubes, l'opération est terminée, il ne reste plus qu'à lire la capacité sur la graduation; quelquefois le niveau du plomb dans l'éprouvette n'est pas absolunent horizontal; on soulève alors l'éprouvette, et on lui donne une douce et faible secousse, qui nivelle le plomb sans le tasser.

Lorsque le crâne jauge plus de 1500 centimètres cubes, on laisse d'abord remplir l'éprouvette; puis on soulève l'opercule légèrement et sans secousse, de manière à obtenir un petit chapeau au-dessus de l'éprouvette, et alors on écarte l'entonnoir, qu'on reçoit dans le double litre présenté par la main gauche au niveau de l'éprouvette. Une certaine quantité de plomb retombe dans la cuvette et rebondit dans le fond. Il faut donc que celle-ci soit circulaire et assez profonde, pour que les grains ne s'échappent pas. (Le bondissement des grains étant en proportion de la hauteur de la chute, les éprouvettes hautes de plus de 40 centimètres exigeraient des cuvettes très-profondes et très-incommodes.)

On rase alors l'éprouvette, on recueille une dernière fois le reste, et on le cube enfin dans la même éprouvette préalablement vidée.

Dans les divers temps que je viens de décrire, l'opérateur a été constamment occupé; mais l'aide n'a pris part au travail que par intervalles, et il a eu le temps de préparer le crâne suivant pour le cubage, et d'inscrire sur le registre les résultats obtenus.

En combinant ainsi les mouvements, il n'y a pas de temps perdu; avec un aide exercé, on arrive à cuber vingt et même vingt-deux crânes par heure; si l'on opérait seul, on n'en cuberait pas même la moitié.

L'opération étant assez fatigante, on a peu de tendance à

cuber plus d'une trentaine de crânes en une seule séance. Il faut savoir, toutefois, qu'il y a quelques inconvénients à dépasser cette limite sans changer d'éprouvette, à cause de la dilatation que le choc des grains et le poids de la colonne de plomb font subir à l'éprouvette graduée. En vérifiant l'éprouvette après trente cubages, on trouve qu'elle reçoit 15 à 20 grammes de plomb de plus qu'au début de la séance. C'est une différence de près de 3 centimètres cubes. Une erreur qui dépasserait cette limitte ne serait plus acceptable. Il faut donc, après trente cubages au plus, vider l'éprouvette et la laisser reposer vingt-quatre heures pour lui donner le temps de se contracter. Au bout de ce temps, elle a repris son calibre naturel (1).

1. Je crois devoir donner quelques détails sur le phénomène de la dilatation mécanique de l'éprouvette en verre. L'étude de ce phénomène est complexe, parce qu'il est nécessaire de distinguer l'ampliation mécanique produite par le choc et le poids du plomb, de la dilatation due à l'échauffement du plomb, dont la température, élevée par le choc, se transmet bientôt aux parois de l'éprouvette. Les expériences que j'ai instituées dans ce but ont été faites avec le plomb n° 12, dit *cendrée*. Je l'ai choisi parce que c'est lui qui se cube dans les vases cylindriques avec le plus de précision (voir plus haut, p. 71). J'ai d'ailleurs constaté ensuite que les observations faites sur la cendrée sont applicables aux autres numéros de plomb.

Les expériences ont consisté à déterminer la température et le poids de la quantité de cendrée introduite plusieurs fois de suite, et par le même procédé, dans une éprouvette en verre de 1 litre de capacité et de 38 centimètres de haut. La température se prend en plongeant au milieu de la masse de plomb un thermomètre très-sensible. Pour éviter la lenteur et l'incertitude de la pesée d'une masse de plomb de près de 7 kilogrammes, je procède de la manière suivante : je pèse d'abord une fois pour toutes, en plusieurs pesées partielles, une quantité de plomb dépassant d'environ 100 grammes le poids de la première jauge de l'éprouvette. Cette quantité, appelée P, sert pour toute une série d'expériences. Chaque expérience consiste à remplir l'éprouvette, à la raser et à peser le reste. Celui-ci ne dépassant pas 100 grammes, la pesée est rapide et très-précise.

Les expériences se succèdent donc rapidement, on en fait trois en quatre minutes, et le plomb conserve, d'une expérience à l'autre, une grande partie de la chaleur produite par sa chute. Lorsque l'air extérieur est à 15 degrés, la cendrée, après la première expérience, marque déjà 16 degrés ; puis 17 degrés après la troisième, 18 degrés après la sixième, 19 degrés après la seizième et 20 degrés après la vingt-deuxième ; après quoi il ne s'échauffe plus que très peu ; après la quarante-cinquième expérience, il est encore à 20 degrés ; il n'arrive à 21 degrés qu'après la cinquantième ; enfin, après la quatre-vingt-dixième expérience, il est à 21°,5. Je ne suis pas allé plus loin, mais il est probable que la limite de 22 degrés n'aurait jamais été dépassée.

Les mêmes expériences ont été refaites sous une température de 24°,5. La cendrée, quoique depuis longtemps exposée à l'air, ne marquait que 24 degrés. Après la cinquième expérience, elle marquait 24°,5, puis 25 degrés après la neuvième, 26 degrés après la seizième, 27 degrés après la vingt-sixième, 27°,5 après la trente-sixième, et enfin 28 degrés après la quarante-sixième. De là jusqu'à la quatre-vingt-troisième et dernière expérience, la température du plomb est toujours restée à 28 degrés.

L'échauffement du plomb ne peut donc pas dépasser 4 degrés en été et 6°,5 en hiver. L'influence de ce changement de température sur le volume du plomb

J'ai toujours, dans mes recherches, tenu compte de la température extérieure ; mais il n'y a pas à s'en préoccuper dans la pratique. En temps chaud, les grains de plomb sont plus volumineux et le poids du litre de plomb diminue; mais cela

et sur la capacité de l'éprouvette est par conséquent assez faible ; d'ailleurs, le volume du plomb augmentant sinon au même degré, du moins dans le même sens que la capacité de l'éprouvette, l'influence que ces conditions exercent sur le poids de la jauge de l'éprouvette doit être minime.

Pour m'en assurer, j'ai pesé cinq fois de suite, dans le laboratoire, sous une température de + 25 degrés, la jauge de l'éprouvette de 1 litre : maximum, 6917 grammes ; minimum, 6907 grammes ; moyenne, 6911gr,8. Puis j'ai porté à la cave la cendrée, l'éprouvette et les récipients, et au bout de trente heures j'ai fait de nouveau, dans la cave, sous une température de 15 degrés, cinq expériences qui m'ont donné une jauge moyenne de 6867gr,60 (maximum, 6873 ; minimum, 6860). La différence est donc en moyenne, sur 1 litre de plomb, de 44 grammes. Sur l'éprouvette d'un demi-litre employée dans le cubage des crânes, elle ne serait que de 22 grammes, représentant environ 3 centimètres cubes. Voilà ce que produit un changement de température de 10 degrés. On peut en conclure que l'échauffement de 4 à 6 degrés produit par l'échauffement du plomb dans les expériences ne doit pas faire varier la jauge de plus de 1cc,5.

Cette cause d'erreur est donc à peu près insignifiante. Dans le cubage ordinaire le bourrage dans le crâne vient se joindre à la chute du plomb dans l'éprouvette pour développer de la chaleur ; mais les expériences sont alors beaucoup plus espacées, puisqu'on n'en peut faire plus d'une à la minute ; le plomb a ainsi le temps de se refroidir bien plus que dans les expériences sur l'éprouvette seule, lesquelles se succèdent à des intervalles beaucoup plus rapprochés.

Somme toute, il n'y a pas lieu de se préoccuper des effets de l'échauffement du plomb et de l'éprouvette. Cette cause est beaucoup trop faible pour influer sensiblement sur les phénomènes qui vont suivre et qu'on est autorisé par conséquent, à attribuer à la distension graduelle de l'éprouvette sous le choc des grains et sous le poids de la colonne de plomb.

Ces expériences ont été faites sous une température uniforme, dans la cave de l'Ecole pratique, où le thermomètre n'a varié que de + 14°5, à + 15 degrés.

Trente et une expériences identiques, faites à onze heure du matin, en trois quarts d'heures, sous une température de + 15 degrés, avec une éprouvette au repos depuis plusieurs jours, ont donné les résultats suivants :

1re expérience	6873gr,00	Moy. 17 à 21.........	6892gr,60
Moy. des exp. 1 à 5.	6867 ,40	— 22 à 26.........	6910 ,40
— 6 à 10.	6863 ,60	— 27 à 31.........	6923 ,80
— 11 à 16.	6878 ,83	Expérience 31.........	6930 ,00

Il y a eu, pendant les premières expériences, une diminution légère du poids de la jauge, diminution due probablement à cette circonstance que le plomb échauffé plus vite que l'éprouvette, s'est dilaté par la chaleur plus rapidement qu'elle. A partir de la onzième expérience, le poids de la jauge primitive a été atteint, puis dépassé d'une manière continue et porté enfin à 6930 grammes. Il s'est donc accru de 57 grammes entre la onzième et la trentième expérience. Cette dilatation de l'éprouvette était due à la distension mécanique et non à la chaleur, car à cinq heures du soir, l'éprouvette et le plomb ayant eu tout le temps de se refroidir ou de se contracter, le poids de la première jauge était encore de 6902 grammes. Les effets de l'échauffement avaient depuis longtemps disparu, mais ceux de la distension mécanique avaient été plus durables, et la jauge quoique descendue à 28 grammes au-dessous de la précédente, était encore supérieure de 29 grammes à celle de la première expérience du matin.

Je recommençai alors sur cette éprouvette, en repos depuis cinq heures un quart, une série de quatre-vingt-dix expériences identiques, et j'obtins en deux heures les résultats suivants :

est sans conséquence, puisque ce même élément influe également sur le jaugeage et sur le cubage. L'élévation de la température dilate un peu le verre et augmente la capacité de l'éprouvette, mais les parois du crâne, elles aussi, subissent un chan-

1re expérience.......		6902gr,	Moy.	31 à 35.	6956gr,0	Moy.	66 à 70.	6982gr,6
Moy. des exp.	1 à 5.	6903 ,4	—	36 à 40.	6959 ,2	—	71 à 75.	6984 ,6
—	6 à 10.	6911 ,6	—	41 à 45.	6966 ,2	—	76 à 80.	6986 ,8
—	11 à 15.	6919 ,0	—	46 à 50.	6972 ,0	—	81 à 85.	6989 ,0
—	16 à 20.	6929 ,2	—	51 à 55.	6973 ,8	—	86 à 90.	6992 ,0
—	21 à 25.	6942 ,4	—	56 à 60.	6976 ,8	Expér.	90.	6992 ,0
—	26 à 30.	6949 ,2	—	61 à 65.	6979 ,6			

On remarquera que, dans cette seconde série d'expériences, absolument semblables à celles du matin, les premières jauges n'ont pas présenté la diminution constatée au commencement de la première série ; ou plutôt cette diminution ne s'est montrée que sur la seconde jauge, qui a été de 6900 grammes, et sur la troisième, qui a été de 6899 ; mais déjà la quatrième était remontée à 6903, et la cinquième à 6908. L'échauffement du plomb a cependant été, comme le matin, plus rapide que celui de l'éprouvette ; mais celle-ci, encore notablement dilatée par suite des précédentes expériences, n'avait pas retrouvé toute la cohésion de ses molécules, ébranlées par le choc, et était plus disposée à subir les effets de la distension mécanique qu'elle ne l'eût été après un long repos. La distension a donc marché, dès les premières expériences, assez rapidement pour neutraliser presque aussitôt les effets de l'échauffement. Aussi l'éprouvette a-t-elle atteint, dès la seizième expérience du soir, la capacité qu'elle avait atteinte à la trente et unième expérience du matin ; après quoi elle s'est dilatée d'une manière sinon constante, du moins continue, et la dilatation n'était probablement pas encore arrivée à son terme lorsque la quatre-vingt dixième et dernière expérience du soir a donné une jauge de 6992 grammes, supérieure de 90 grammes à la première, et supérieure de 119 grammes ou de 17cc,3 à la jauge initiale du matin.

Après la dernière expérience, le poids de la masse totale du plomb a été vérifié. Le nombre des grains qui s'étaient perdus était si peu considérable, que ce poids total n'était pas même réduit de 1 gramme. Cette vérification était nécessaire, puisque dans les expériences on avait pesé les restes de la jauge, et non la jauge elle-même. L'augmentation continue des jauges était donc bien réelle, et l'on peut dire, en toute assurance, que l'éprouvette de 1 litre de capacité et de 38 centimètres de hauteur, après avoir subi cent trente et une fois dans la même journée, en moins de trois heures, avec cinq heures de repos, le choc des grains et le poids de la colonne de plomb, a été dilatée de 17cc,3 représentant la cinquante-septième partie de sa capacité totale.

Cette cause d'erreur semble au premier abord très-menaçante. On remarquera toutefois que les expériences du cubage des crânes se succèdent deux fois et demie plus lentement que celles qui se font dans la seule éprouvette. Le verre, ébranlé à de plus rares intervalles, oppose donc à la distension une résistance plus efficace, et si l'on ne cube pas plus de trente crânes dans la même séance, la distension est certainement beaucoup moindre qu'elle ne l'était, dans notre série du matin, à la trente et unième expérience, c'est-à-dire qu'elle doit être inférieure à 57 grammes, qui font environ 8 centimètres cubes sur une éprouvette de 1 litre.

Or l'éprouvette employée dans le cubage des crânes n'est que d'un demi-litre ; l'erreur se trouverait donc par là réduite de moitié. Mais cette éprouvette d'un demi-litre, de même hauteur que celle de 1 litre, a des parois proportionnellement bien plus épaisses, ce qui augmente la résistance relative du verre, et ce qui fait certainement descendre l'étendue de l'erreur bien au-dessous de 4 centimètres cubes.

J'ai déjà dit que la précision absolue n'était pas réalisable dans le cubage des crânes, qu'on devait savoir se résigner à de petites erreurs, et que l'on pourrait se contenter des procédés dont l'erreur était inférieure à 5 centimètres cubes. L'erreur qui résulte de la distension du verre par trente cubages successifs peut donc être acceptée ; mais il ne faudrait pas dépasser en une seule séance cette limite de trente cubages.

gement analogue, qui corrige, au moins en grande partie, les effets de cette cause d'erreur.

Une remarque beaucoup plus importante est celle qui concerne l'état hygrométrique des crânes. M. Welcker a signalé le premier les changements de volume que subissent les dimensions des os en général et du crâne en particulier, sous l'influence de l'humidité ou plutôt de l'humectation (1). Dans ses expériences, qui consistaient à plonger les os dans l'eau pendant un ou plusieurs jours, il a noté l'accroissement de tous les diamètres; mais, trouvant que cet accroissement chez l'adulte se chiffrait seulement par des fractions de millimètres, il en a conclu que l'état hygrométrique des crânes, très-important à considérer chez les enfants, dont les sutures sont encore plus ou moins membraneuses, était insignifiant dans la mensuration des crânes d'adultes. Il aurait sans doute conclu tout autrement s'il avait mesuré les capacités au lieu de se borner à prendre les mesures linéaires. J'ai pu constater en effet qu'il suffit de plonger un crâne dans l'eau pendant vingt-quatre heures, puis de le laisser égoutter à l'air libre pendant un autre jour, pour voir sa capacité s'accroître de 30, de 40 et même, dans un cas, de 48 centimètres cubes. Il faut ensuite plusieurs semaines pour que le crâne, desséché à l'air libre, revienne à sa capacité première. Or les crânes exhumés depuis peu et encore imprégnés de l'humidité du sol sont dans des conditions sinon identiques, du moins analogues à celles des crânes humectés artificiellement. Il est donc tout à fait indispensable, avant de les mesurer, de les exposer pendant quelques semaines à l'air libre, afin de leur

Si toutefois l'erreur que j'indique paraissait trop forte, on pourrait y remédier en changeant d'éprouvette au bout de vingt cubages.

Il importe de savoir quelle est la durée du repos nécessaire pour que l'éprouvette revienne à son calibre naturel de 1000 centimètres cubes. On a vu plus haut qu'au bout de cinq heures la moitié de l'ampliation produite par trente expériences est déjà neutralisée ; au bout de vingt-quatre heures, il n'en reste presque aucune trace. J'ai plusieurs fois, à la fin d'une séance de cubage avec le plomb n° 8, jaugé l'éprouvette d'un demi-litre avec la cendrée, et versé la jauge dans le double litre ; puis, le lendemain, j'ai versé cette jauge dans l'éprouvette, et j'ai constaté qu'il restait un excédant de 15 à 20 grammes, à peu près équivalent à l'ampliation produite par les cubages de la veille. Un repos de vingt-quatre heures suffit donc pour ramener l'éprouvette vide à sa capacité réelle, lorsqu'elle n'a subi qu'une distension modérée, tandis qu'il a fallu cinq jours pour faire disparaître les effets des cent trente et une expériences rapportées plus haut.

1. Welcker, *Ueber Wachsthum und Bau des menschlichen Schaedel*, Leipzig, 1862, in f°, s, 27-30.

laisser le temps de perdre par l'évaporation l'humidité dont ils sont chargés.

Les variations naturelles de l'hygrométrie de l'air dans un laboratoire ou dans un musée agissent sans aucun doute de la même manière, mais à un degré incomparablement plus faible. En plaçant des crânes parfaitement secs dans une cave très-humide pendant quinze jours, j'ai vu leur capacité s'accroître de 8 à 10 centimètres cubes; mais, dans une salle de musée, l'humidité n'est jamais, tant s'en faut, ni aussi forte ni aussi persistante qu'elle l'a été dans l'expérience précédente, et la différence qui en résulte ne doit pas excéder 3 à 4 centimètres cubes; cette erreur ne dépasse pas celles qu'on doit se résigner à accepter dans le cubage des crânes. Je pense donc qu'il n'y a pas lieu dans la pratique de se préoccuper de l'humidité de l'air. Je ferai remarquer d'ailleurs que l'humidité et la chaleur produisent des différences qui sont de nature à se compenser; l'une et l'autre augmentent la capacité du crâne; mais la première agit surtout dans le semestre d'hiver et la seconde dans le semestre d'été.

Le procédé que je viens de décrire est le résultat de recherches qui ont duré plusieurs années. Je ne l'ai adopté que depuis peu de mois. Il est à peine plus précis que ceux dont je m'étais servi jusqu'alors, en ce sens que ceux-ci permettaient, lorsqu'on les appliquait plusieurs fois de suite sur un même crâne, d'arriver à des résultats presque aussi constants; mais il a sur eux l'avantage de l'*exactitude;* en d'autres termes, les résultats qu'il donne ne sont pas seulement fixes, à peu de chose près : ils sont de plus aussi rapprochés que possible de la capacité absolue du crâne. Je dois dès lors lui donner la préférence, quoiqu'il m'impose maintenant la tâche énorme de recommencer le cubage des nombreuses séries que j'ai cubées depuis 1861, et qui forment un total de plus de 1200 crânes. J'avais eu d'abord l'espérance de pouvoir me soustraire à ce travail fatigant en procédant par voie de correction, c'est-à-dire en comparant mes instruments actuels avec ceux dont je me suis servi successivement de 1861 à 1865, puis de 1865 jusqu'à la fin de 1871, et en tenant compte des différences, en plus ou en moins, qui devaient correspondre à chacun des changements adoptés depuis lors. Ainsi je sais de

combien de centimètres cubes s'accroît le volume de 1 litre de plomb lorsque le goulot de l'entonnoir s'élargit d'un certain nombre de millimètres; de combien il diminue, lorsque la hauteur de l'éprouvette s'accroît d'un certain nombre de centimètres, etc. Ces éléments auraient pu me permettre de calculer le chiffre des corrections à introduire dans mes anciens relevés. Mais, en y réfléchissant et en consultant mes souvenirs, j'ai dû renoncer à cet espoir; il m'a paru qu'à une époque où je ne connaissais pas encore toutes les conditions capables de faire varier le volume du plomb, j'avais dû souvent, sans y faire attention, commettre des écarts qui me paraissaient alors insignifiants, et qui me semblent graves aujourd'hui. Par exemple, je me servais indifféremment de deux entonnoirs, que je possède encore, et dont l'un a 15 millimètres de goulot, l'autre 12 seulement. En outre, dans les cubages que j'ai faits au Muséum, je me suis servi tantôt de mes éprouvettes graduées, tantôt d'une autre éprouvette moins haute, usitée dans cet établissement. N'ayant pas indiqué spécialement sur mes registres les instruments dont je me suis servi pour chaque série de crânes, et ne pouvant m'en souvenir exactement aujourd'hui, je ne pourrais, sans m'exposer à des erreurs assez fortes, corriger mes premiers chiffres par le calcul, et je me trouve par conséquent obligé de recommencer tout mon travail. Ce que je puis dire toutefois dès maintenant, c'est que tous les résultats que j'ai obtenus avant la présente année 1872 sont trop faibles. J'estime qu'ils sont inférieurs de 20 à 30 centimètres cubes aux capacités réelles des crânes mesurés. Comme une partie de ces résultats ont déjà été publiés dans divers mémoires, il m'a paru utile d'en avertir les savants qui prendront la peine de les consulter.

Tous les cubages qui ont été pratiqués jusqu'ici à Paris par d'autres personnes sont également trop faibles. Tous en effet ont été faits par le moyen du plomb n° 8, soit avec mes propres instruments, soit avec des instruments analogues aux miens.

Quant aux cubages qui ont été faits à l'étranger au moyen du plomb, du mil ou du sable, soit par cubage direct, soit par pesées différentielles, je ne puis dire s'ils sont supérieurs ou inférieurs à la réalité. Chaque auteur ayant, selon toutes probabilités, adopté un *modus faciendi* peu variable, les résultats

publiés par un même auteur sont valables en ce sens qu'ils sont comparables entre eux; mais les faits et les expériences consignés dans le présent travail prouvent, je pense, qu'il serait tout à fait trompeur de fusionner ou seulement de rapprocher les uns des autres les résultats obtenus par des auteurs différents. Les matériaux déjà si nombreux qui existent dans la science ne constituent donc qu'une richesse apparente. En réalité tout est à recommencer, et j'aurais peut-être mauvaise grâce à parler ainsi de recherches faites par des hommes tels que Morton, Meigs, Barnard Davis, Welcker, Mantegazza, etc., si je n'avais commencé par me condamner moi-même à réviser mes propres travaux.

Cette situation fâcheuse est la conséquence de la diversité des procédés de cubage usités jusqu'à ce jour. On ne pourra y remédier, on ne pourra rendre vraiment scientifique l'étude de la capacité du crâne qu'en adoptant un procédé rigoureux et invariable. Celui que je viens de décrire, et dont je n'ai pu combiner les éléments qu'à la suite de longs tâtonnements et d'expériences innombrables, joint l'avantage de l'uniformité à celui de l'exactitude. Entre les mains d'un opérateur attentif, il ne donne, pour un même crâne, que des écarts de 5 centimètres cubes, bien inférieurs à ceux des autres procédés; en outre, il approche autant que possible de la capacité réelle du crâne, telle qu'on l'obtient par le jaugeage au mercure; il est aussi simple que tout autre et d'une exécution rapide (20 crânes par heure); l'appareil instrumental doit être préparé, une fois pour toutes, sous la surveillance de l'expérimentateur, mais il est d'ailleurs fort peu coûteux. Je pense donc que ce procédé réunit toutes les conditions désirables, et j'espère que la Société d'anthropologie voudra bien le recommander aux craniologistes dans les instructions qu'elle prépare,

CUBAGE DES CRANES

Révision et correction des résultats stéréométriques publiés avant 1872.

(*Bulletins de la Société d'anthropologie.* 2ᵉ série. 1874. T. IX, p. 563-573.)

Le mot *stéréométrie,* dont les Grecs se servaient pour désigner la mensuration des volumes et des capacités, n'a pas encore été employé en craniologie ; mais il est depuis longtemps francisé, et adopté par l'Académie. Je ne fais donc pas un néologisme en désignant ici sous ce nom la partie de la craniométrie qui concerne la mensuration de la capacité du crâne.

Dans un long mémoire que j'ai présenté à la Société le 16 mai 1872, et qui a paru depuis dans le premier fascicule du tome I de la deuxième série de nos *Mémoires* et dans ce volume p.1-92, j'ai exposé l'histoire des nombreuses méthodes ou procédés stéréométriques qui ont été usités jusqu'à ce jour. Des faits consignés dans ce travail, et des expériences qui ont été répétées devant vous, il résulte que le plomb de chasse est, de toutes les substances granuleuses qui ont été essayées ou proposées, celle qui donne les jauges les moins variables, et que, parmi les divers numéros de plomb, le numéro 8 est celui qui donne les jauges les plus fixes et les plus fortes. J'ai montré qu'en introduisant ce plomb dans le crâne à l'aide d'un entonnoir et en le bourrant au maximum à l'aide d'un fuseau d'une forme régulière et de dimension déterminée, on obtient une jauge dont le volume ne varie pas, pour un même crâne, de plus de 5 centimètres cubes ; qu'enfin, en mesurant le plomb de cette jauge dans des vases et avec des entonnoirs dont j'ai indiqué les dimensions, on lui rend un volume égal à la capacité *absolue* du crâne, telle qu'on peut la déterminer par le cubage au mercure.

Ces études, qui m'ont coûté plusieurs années de recherches,

m'ont conduit à combiner un procédé dont tous les temps sont réglés, et qui a sur tous les autres le double avantage de donner les résultats les plus fixes et les plus exacts.

La fixité des résultats stéréométriques n'est obtenue que lorsque les deux parties de l'opération, savoir : le *jaugeage* ou remplissage du crâne, et le *cubage* ou détermination du volume de la jauge, sont assujetties à un manuel opératoire invariable.

La seule jauge fixe est la jauge *maxima*. Elle ne peut s'obtenir qu'à l'aide du bourrage, pratiqué avec un fuseau long et conique. Lorsqu'un crâne a été rempli autant que possible sans le secours du fuseau, à l'aide de secousses, d'inclinaisons, de chocs latéraux, etc., on peut encore y faire pénétrer, au moyen du fuseau, de 40 à 60 centimètres cubes de plomb. Sans le fuseau, l'opérateur le plus habile, jaugeant plusieurs fois de suite un même crâne, trouvera des différences de 30 à 40 centimètres cubes ; avec le fuseau, les écarts de la jauge ne dépassent pas 5 centimètres cubes. Ces jauges, dont les variations s'étendent jusqu'à 5 centimètres cubes, sont encore assez loin de la rigueur absolue ; mais elles donnent une approximation parfaitement suffisante, et elles peuvent être appelées fixes lorsqu'on les compare aux jauges ordinaires, dont les écarts sont au moins six fois plus forts.

L'opération du cubage n'est pas sujette à de moindres erreurs que celle du jaugeage. Le volume qu'occupe une masse de plomb de chasse dans les vases graduées peut varier d'un vingt-cinquième, c'est-à-dire de 40 centimètres cubes par litre, suivant la hauteur de ces vases, le calibre des entonnoirs à l'aide desquels on les remplit, et enfin suivant la position plus ou moins centrale et la direction plus ou moins verticale de ces entonnoirs. Il est donc absolument nécessaire de régler minutieusement l'opération du cubage, c'est-à-dire d'employer des vases et des entonnoirs de dimensions invariables, et d'assurer la position et la direction des entonnoirs à l'aide d'un opercule. En régularisant ces conditions, on réduit à 1 ou 2 centimètres cubes par litre les variations de l'opération du cubage.

La *fixité* des résultats stéréométriques, sans laquelle les comparaisons sont tout à fait trompeuses, constitue le premier et le principal avantage du procédé que j'ai institué. Mais il y a une

autre indication à remplir ; c'est celle de l'*exactitude*. S'il est indispensable en effet d'obtenir des chiffres qui puissent donner une idée exacte de la capacité *relative* des crânes que l'on compare, il est désirable en outre que ces chiffres se rapprochent autant que possible de la réalité, c'est-à-dire qu'ils fassent connaître la capacité absolue des crânes.

La capacité absolue ne peut être déterminée que par le jaugeage au mercure, opération longue et difficile, qui exige une foule de précautions, qui n'est applicable qu'à des crânes d'une solidité et d'une structure exceptionnelles, et qui ne peut par conséquent être admise dans la pratique, mais qui peut du moins être faite sur un crâne spécial pour servir de base à la recherche d'un procédé stéréométrique approchant de l'exactitude.

La capacité absolue d'un crâne étant ainsi rigoureusement déterminée, on peut le jauger au maximum avec du plomb, puis recueillir la jauge, et régler le procédé du cubage de manière à donner à la jauge un volume égal à la capacité absolue, déjà connue, de ce crâne. Cela est possible, puisqu'il dépend de l'opérateur de faire varier, jusqu'à 40 centimètres cubes par litre, le volume d'une masse de plomb de chasse. On augmente ce volume lorsqu'on abaisse la hauteur des vases, on le diminue lorsqu'on diminue la largeur des entonnoirs qui règlent la vitesse de l'écoulement. En combinant ces deux éléments, je suis parvenu à remplir la seconde indication de la stéréométrie, c'est-à-dire l'exactitude.

J'ai décrit en détail, dans mon mémoire sur la *Mensuration de la capacité du crâne*, l'appareil instrumental et le manuel opératoire de mon procédé stéréométrique. Je me bornerai donc à rappeler ici les divers temps de ce procédé.

1° *Jaugeage.* — Tamponner les orbites avec de la ouate ;

Retourner le crâne sur sa voûte et y introduire d'une manière quelconque le premier litre de plomb n° 8 ;

Soulever le crâne, l'incliner en avant pour remplir la loge frontale, lui donner deux ou trois secousses, et le replacer sur sa voûte dans la cuvette ;

Introduire le reste du plomb dans le trou occipital, à travers un entonnoir de 12 millimètres de largeur au goulot, que l'on tient de la main gauche, pendant que la main droite bourre le

plomb en tous sens et sans interruption avec un fuseau long et conique ;

Lorsque le fuseau ne pénètre plus, terminer l'opération en faisant une forte pesée avec le plat du pouce, sur la surface du plomb qui affleure le trou occipital ;

2° *Cubage.* — Vider la jauge dans un double litre en fer blanc ;

Verser le premier litre dans le litre réglementaire en étain, mesure poinçonnée, cylindrique, haute de 17 centimètres. Le plomb est versé directement dans ce vase, qui doit être rempli en deux secondes au moins, et trois secondes au plus, le double litre affleurant le bord supérieur du litre ;

Raser le chapeau de plomb, qui est remis dans le double litre ;

Mesurer le surplus dans une éprouvette en verre cylindrique, haute de 38 à 40 centimètres et de la contenance de 500 centimètres cubes, ou un demi-litre. Cette éprouvette est graduée de 5 en 5 centimètres cubes, et ces divisions sont assez espacées pour qu'on puisse, à l'œil, apprécier les différences de 1 centimètre cube.

Le plomb est introduit dans cette éprouvette à travers un entonnoir de 20 millimètres de largeur au goulot, fixé dans le centre d'un opercule en bois, et dans lequel on verse le plomb assez rapidement pour que l'écoulement ait toujours lieu à plein goulot.

Lorsque le volume du plomb dépasse 1 litre et demi, on rase l'éprouvette, puis on la vide, et on s'en sert pour mesurer le second reste, qui est toujours inférieur à un demi-litre.

Tel est le procédé que j'ai décrit minutieusement dans la séance du 16 mai 1872 (1). Je m'en suis servi exclusivement depuis le mois de janvier 1872, et j'ai lieu de croire que tous les faits stéréométriques que j'ai recueillis depuis lors sont corrects.

Mais je n'en puis dire autant de ceux qui sont antérieurs à cette époque. En 1861, lorsque je m'occupai pour la première fois de l'étude de la capacité du crâne, étude jusqu'alors entièrement négligée en France, je donnai tout d'abord la préférence au jaugeage par le plomb, préconisé par Morton ; ce procédé, bien supérieur aux procédés du sable et du mil, était cependant encore

1. J'ai cru devoir en donner ici un exposé sommaire parce qu'il n'a pas encore été mentionné dans les *Bulletins*.

très-défectueux, car les jauges qu'il me donnait pour un même crâne différaient souvent de 30 et de 40 centimètres cubes. Pour faire disparaître ou du moins pour atténuer cette grave cause d'erreur, j'ajoutai au procédé de Morton la manœuvre du bourrage, qui permet de porter la jauge au maximum et de lui donner ainsi une fixité suffisante. Ayant ainsi réduit à 5 centimètres cubes les écarts du jaugeage, et croyant que le cubage du plomb de la jauge était exempt d'incertitudes, je procédai en toute confiance à mes recherches stéréométriques. Je mesurai la capacité crânienne de toutes les grandes séries de notre musée et des principales séries du Muséum, et de la comparaison de ces faits découlèrent des conséquences qu'il me parut utile de publier. J'ai consigné ces résultats dans divers mémoires. Ils ont été souvent reproduits ou mentionnés par d'autres auteurs, c'est donc bien à regret que je suis obligé de reconnaître aujourd'hui qu'ils sont inexacts.

Non-seulement les chiffres de capacité que j'ai obtenus par mon ancien procédé sont tous notablement inférieurs à ceux qui expriment la capacité réelle, mais encore ils s'en éloignent inégalement, tantôt par exemple de 20, tantôt de 40 et même de 43 centimètres cubes. Ces inégalités fâcheuses dépendent sans doute un peu de la différence des jauges, car l'habitude que j'ai acquise de manier le fuseau me permet aujourd'hui d'obtenir des jauges plus complètes que celles des premières années ; mais elles dépendent surtout de la nature des vases et des entonnoirs dont je me servais pour cuber le plomb retiré du crâne. Ne connaissant pas encore l'influence que ces conditions exercent sur le volume du plomb, ou plutôt, croyant cette influence très-faible, tandis qu'elle est au contraire très-considérable, je n'accordais aucune attention au choix des éprouvettes, je me bornais à en vérifier l'exactitude au moyen du mercure, sans me préoccuper de leur hauteur, ni du calibre des entonnoirs, et encore moins de leur direction. Lorsqu'une éprouvette se cassait, je la remplaçais par une autre de même capacité, et je ne prenais pas note de la différence de leur diamètre ; lorsqu'un entonnoir s'égarait, j'en faisais acheter un autre, tantôt plus large, tantôt plus étroit. Ces modifications de l'appareil instrumental ont dû nécessairement faire varier beaucoup, suivant les époques, les chiffres du cubage,

et je me suis trouvé dès lors dans la pénible nécessité de recommencer entièrement toutes les recherches stéréométriques qui m'avaient coûté tant de travail.

Il y a une circonstance qui tempère quelque peu mes regrets ; c'est que, après avoir, d'après les chiffres fournis par mon nouveau procédé, contrôlé les conclusions que j'avais tirées de la comparaison de mes anciens chiffres, j'ai eu la satisfaction de reconnaître du moins que la plupart de ces conclusions sont encore vraies. Je n'ai donc pas eu le malheur d'introduire dans la science des propositions erronées, ou du moins les erreurs que j'ai commises sont sans gravité. Je constate en particulier l'exactitude de ce que j'avais avancé relativement à l'accroissement de la capacité du crâne dans la population parisienne depuis le douzième siècle jusqu'à nos jours. J'avais trouvé en 1862 que cet accroissement était de 34 centimètres cubes ; je ne trouve aujourd'hui que 30 centimètres cubes ; la différence est insignifiante, et le fait conserve toute sa portée. Il n'est pas étonnant que ces chiffres soient concordants, puisque les séries comparées en 1862 avaient été étudiées à quelques mois d'intervalle et cubées avec les mêmes instruments. Maïs d'autres cubage pratiqués plus tard, avec d'autres éprouvettes, ont servi de base à des comparaisons qui se sont trouvées moins exactes. Ainsi, la différence entre les Parisiens actuels et les Basques espagnols est toujours au profit de ces derniers, mais elle n'est plus que de 19 centimètres cubes au lieu de 25 ; et de même la différence entre les mêmes Parisiens et les Basques français n'a pas cessé d'être à l'avantage des Parisiens, mais elle n'est plus que de 23 centimètres cubes au lieu de 47. Au point de vue des comparaisons précédemment établies, ces corrections n'ont pas beaucoup d'importance, puisqu'elles se bornent à atténuer les chiffres différentiels sans en changer le signe et que la position respective des diverses séries reste à peu près la même. Le défaut de fixité des moyens de cubage dont je me servais dans mon ancien procédé n'a donc pas eu de conséquences bien sérieuses, mais il aurait pu en avoir si j'avais eu à comparer deux séries dont les capacités auraient été peu différentes ; j'aurais très-bien pu, alors, être conduit à accorder la supériorité à la série la moins favorisée.

Quoi qu'il en soit, les chiffres que j'ai recueillis antérieurement ne peuvent être conservés ; s'ils peuvent à la rigueur, et sans erreur trop grave, être comparés entre eux, ils ne peuvent plus être comparés avec ceux que donne aujourd'hui mon nouveau procédé. Pour arriver à rendre au plomb de la jauge, dans les vases gradués, un volume égal à la capacité réelle du crâne, j'ai dû adopter des instruments de cubage propres à diminuer beaucoup le tassement du plomb. Les chiffres que j'obtiens aujourd'hui sont donc beaucoup plus forts que les anciens. Ils leur sont supérieurs quelquefois de plus de 40 centimètres cubes, ce qui rend toute comparaison impossible. La révision de mes premières recherches est donc devenue nécessaire. Ce long travail de révision est maintenant à peu près terminé. Il embrasse à la fois les diverses séries du musée de la Société d'anthropologie, celles de la galerie du Muséum et celles du musée de mon laboratoire.

Il serait superflu de vous présenter le tableau complet des corrections que j'ai inscrites sur mes registres, puisque la plupart de mes anciens relevés sont encore inédits. Je me bornerai donc à rectifier ici ceux qui ont été publiés dans vos *Bulletins*, et qui sont relatifs à des séries déposées par moi dans notre musée.

Indications des séries.		Nombres.	Capacité. Anciens cubages. Dates.	Capacité. Anciens cubages.	Capacité. Nouv. cub. 1872-1874.	Différ.
				cc	cc	cc
Parisiens.	Caveau de la Cité, douzième siècle....	125	1861	1427.57	1449.98	+22.41
Parisiens.	Cim. des Innocents, dix-septième siècle.	117	1862	1409.31	1439.41	+30.10
Parisiens.	Cim. de l'Ouest, dix-neuvième siècle....	125	1862	1461.53	1480.52	+18.99
Basques espagnols de Zaraus, dix-neuvième siècle.........		60	1863	1486.90	1499.39	+12.49
Basques français de Saint-Jean-de-Luz, quinzième siècle....		57	1868	1414.17	1456.96	+42.79
Mérovingiens.	de Chelles 1re série.	51	1865	1425.35	1465.42	+40.07
Mérovingiens.	de Chelles 2e série.	18	—	1423.92	1467.15	+43.23
Mérovingiens.	de Chelles tous.....	69	—	1425.05	1465.77	+40.72
Mérovingiens.	de Champlieu........	15	—	1483.66	1530.50	+46.84
Mérovingiens.	Tous les Mérovingiens..............	84	—	1434.68	1476.42	+41.74

On voit que tous les anciens chiffres sont inférieurs aux nouveaux, mais il y a sous ce rapport une grande différence entre ceux qui sont antérieurs à 1865 et ceux qui sont plus récents. Ces derniers se sont accrus de plus de 40 centimètres cubes, tan-

dis que les premiers étaient beaucoup plus rapprochés des chiffres actuels. Si la différence s'était produite en sens inverse, on pourrait être tenté de l'attribuer aux conditions du jaugeage; on comprendrait en effet que ma main, exercée par une longue pratique, fût parvenue à obtenir au bout de quelques années des jauges plus complètes. Mais il n'est pas admissible que mes jauges soient devenues plus faibles lorsque mon habitude devenait plus grande. Ce n'est donc pas dans le jaugeage, c'est dans la seconde partie de l'opération, c'est-à-dire dans le cubage proprement dit, qu'il faut chercher la cause de cette différence. On en trouvera l'explication dans le passage suivant de mon mémoire de 1872, communiqué à la Société avant que j'eusse entrepris mon travail de révision :

« Le vase gradué dont je m'étais servi de 1861 à 1865 était une éprouvette graduée, de 1 litre de capacité et de 30 centimètres de haut. Cette éprouvette s'étant ébréchée, j'en commandai une autre plus étroite et haute de 43 centimètres, afin d'avoir des divisions plus espacées et d'une lecture plus facile. » (*Mémoires de la Société d'anthrolopogie*, 2e série, t, I, p. 82 et plus haut p. 21).

Il est tout naturel qu'en augmentant de 13 centimètres la hauteur de l'éprouvette, sans élargir le calibre de l'entonnoir, j'aie produit une réduction très-notable dans le volume du plomb, et que dès lors les chiffres recueillis de 1865 à 1871 soient plus inférieurs aux chiffres réels que ceux des années précédentes. Il reste néanmoins sur mon tableau rectificatif un fait qui ne trouve pas dans ces conditions instrumentales une explication suffisante, c'est celui qui concerne les Basques de Zaraus. Ils n'ont gagné à la correction que 12^{cc}, 49, tandis que les crânes des séries parisiennes mesurés plus anciennement ont gagné de 20 à 30 centimètres cubes. Ce résultat, je l'avoue, m'a quelque peu surpris lorsque je l'ai constaté; mais les études que j'ai faites depuis lors sur les propriétés hygrométriques des crânes (1), et que j'ai communiquées il y a quelques mois à la Société, m'ont fourni l'explication de cette anomalie apparente. Je vous ai montré que les crânes secs humectés artificiellement subissent une dilata-

(1) Voir les deux *Mémoires*, p. 102 et 135.

tion très-forte, qui peut aller jusqu'à 40 et 50 centimètres cubes, et j'ai constaté depuis qu'il s'écoule en général plusieurs mois avant que la rétraction graduelle de leur tissu ait ramené ces crânes à la capacité qu'ils présentaient avant l'humectation. Par conséquent, lorsqu'une série de crânes est cubée à l'état humide, elle donne toujours une moyenne de capacité supérieure à celle que l'on aurait obtenue si l'on avait attendu que la dessiccation fût complète. Or, les crânes de Zaraus, lorsqu'ils furent cubés pour la première fois en 1863, étaient encore très-humides. Pour des motifs particuliers, qu'ils serait superflu d'exposer ici, ces crânes, au sortir du cimetière, furent plongés dans un bassin plein d'eau, où ils séjournèrent pendant plusieurs heures. Emballés dans des caisses à mesure qu'on les égouttait, transportés aussitôt à la frontière française, d'où ils furent expédiés à Paris, ils séjournèrent dans leurs caisses jusqu'à la fin des vacances, époque où je les étudiai. A ce moment, ils ne paraissaient plus humides; mais mes expériences de l'année dernière m'ont prouvé que, dans de pareilles conditions, les crânes retiennent encore une notable quantité d'eau, et qu'ils ne descendent que beaucoup plus tard à leur capacité définitive.

DE

L'INFLUENCE DE L'HUMIDITÉ

SUR LA CAPACITÉ DU CRANE

(*Bulletins de la Société d'anthropologie.* 2e série, T. IX. 1874, p. 63-98.)

---

§ 1. — *De l'influence de l'humidité sur la forme et les dimensions des os du crâne.*

J'ai communiqué à la Société, il y a près de deux ans, un procédé de cubage qui permet d'obtenir la capacité réelle du crâne avec une grande approximation.

Les procédés connus jusqu'alors ne donnaient que des chiffres relatifs ; on ne pouvait savoir jusqu'à quel point ces chiffres s'approchaient de la réalité, jusqu'à quel point ils s'en éloignaient. Cette incertitude ôtait toute valeur à la comparaison des relevés obtenus par des procédés différents. Mais ce qui était beaucoup plus grave, c'est que le même opérateur, cubant plusieurs fois de suite le même crâne, suivant le même procédé, pouvait obtenir des écarts de 30, de 40 centimètres cubes et même plus. Les craniologistes ne pouvaient donc constater sans erreur que des différences très grandes ; quant aux différences légères, elles leur échappaient entièrement.

Le procédé méthodique et régulier que j'ai institué fait disparaître la plupart des causes qui produisaient ces grandes variations. Appliqué sur un même crâne par plusieurs opérateurs déjà exercés au maniement du fuseau, il pourra donner des écarts de 10 centimètres cubes ; mais entre les mains d'un même opérateur, procédant avec une attention soutenue, l'écart ne dépasse pas 5 centimètres cubes, représentant environ la trois centième partie de la capacité d'un crâne ordinaire. On peut donc apprécier avec sécurité des différences légères, et on peut en particulier

étudier l'influence des causes physiques capables de faire varier la capacité du crâne.

Possédant ainsi un moyen d'exploration d'une exactitude suffisante, j'ai cru pouvoir entreprendre l'étude d'une question qui se rattache à un fait découvert en 1862 par M. Welcker. Cet observateur exact a constaté que les os humectés artificiellement subissent un changement de volume léger, mais cependant appréciable. Lorsqu'on plonge dans l'eau pendant trois jours de suite un crâne d'*adulte*, tous les diamètres augmentent ; le diamètre longitudinal s'accroît en moyenne de 4 dixièmes de millimètre, le diamètre vertical et le diamètre transversal de 7 dixièmes. L'auteur, pour constater des différences aussi faibles, a dû recourir à des moyens spéciaux de mensuration, car on sait que les instruments ordinaires ne mesurent les diamètres crâniens qu'à 1 millimètre près et ne sauraient indiquer les dixièmes de millimètre. Il a donc conclu que les différences produites par l'humectation étaient insignifiantes, et qu'il n'y avait pas lieu, dans les études faites sur les crânes d'*adultes*, de se préoccuper de leur état de sécheresse ou d'humidité (1).

Quoique je n'aie pas encore eu le loisir de répéter les expériences de M. Welcker, j'accepte ses conclusions parce que j'ai pleine confiance dans les observations de cet habile expérimentateur. Mais il y a une question que M. Welcker n'a même pas posée, c'est celle des changements que l'humectation fait subir à la capacité du crâne. Il n'a pu croire que ces changements fussent nuls, car il est bien évident que les diamètres d'un corps ne peuvent s'accroître sans que le volume s'accroisse en même temps ; mais il a jugé que le changement correspondant à des fractions de millimètre devait être trop faible pour pouvoir être constaté par les procédés de cubage dont il disposait, et c'est pour cela sans doute qu'il a entièrement négligé cette question. S'il l'avait étudiée, même avec des procédés défectueux, il aurait certainement reconnu qu'il n'est pas indifférent d'étudier le crâne à l'état sec ou à l'état humide.

Les faits publiés en 1862 par M. Welcker n'obtinrent pas toute

1. M. Welcker conclut bien autrement pour ce qui concerne les crânes des jeunes enfants et particulièrement des nouveaux-nés. Ces crânes subissent, en se desséchant, une rétractation et une déformation considérables, et l'auteur n'accepte comme valables que les études faites sur les pièces fraîches.

l'attention qu'ils méritaient, et j'ai lieu de croire qu'aucun auteur depuis lors ne s'est occupé de ce sujet, qui présente cependant un double intérêt suivant qu'on l'examine au point de vue de la physique pure, ou au point de vue des conséquences craniologiques qui en découlent.

L'étude des conditions physiques du phénomène conduira probablement à reconnaître que les os doivent leur propriété hygrométrique à leur matière organique, à cette base qui porte le nom d'*osséine*, et qui est, comme on sait, très voisine de la gélatine. La solution de ce problème exigera des expériences spéciales plus intéressantes pour les physiciens que pour les anthropologistes.

Mais il n'est pas indispensable de connaître exactement le mode d'action de l'humidité sur la substance des os pour constater que cette substance, en absorbant ou en perdant de l'eau, subit des changements de volume en même temps que des changements de densité et de résistance et qu'il peut en résulter diverses conséquences dont la connaissance n'est pas sans utilité pour les craniologistes.

M. Welcker a déjà reconnu que lorsqu'on scie un crâne à l'état frais et qu'on le prépare ensuite par voie de macération, les deux moitiés du crâne, une fois desséchées, ne se correspondent plus exactement; cela prouve qu'il se produit, sous l'influence alternative de l'humectation et de la dessiccation, des déformations légères, mais durables, que le tissu des os du crâne possède par conséquent une certaine souplesse, ou plutôt une certaine plasticité bien différente de l'élasticité que l'on observe sur les os minces, car les changements de forme qui dépendent de cette dernière s'effacent dès que la cause mécanique a cessé d'agir.

A cette plasticité du tissu osseux se rattachent deux phénomènes bien différents qui se produisent dans le sol, sous l'influence de l'humidité, et à l'air, sous l'influence de la dessiccation.

MM. Barnard Davis et Thurnam ont appelé les premiers l'attention sur les *déformations posthumes*. Ces déformations, qu'il importe de distinguer des déformations produites pendant la vie, ne commencent à s'effectuer, ou du moins à devenir ap-

parentes, que longtemps après l'inhumation, car on ne les observe guère, si ce n'est chez les enfants, sur les crânes enfouis seulement depuis deux ou trois siècles ; mais elles sont loin d'être proportionnelles à l'ancienneté de l'inhumation : elles ne sont pas proportionnelles non plus à l'épaisseur de la couche de terre qui pèse sur les crânes ; ces deux causes réunies, le temps et le poids des terres, ne suffisent pas pour déformer les crânes dont les sutures, quoique libres, restent engrenées, et encore moins ceux dont les sutures sont plus ou moins soudées, s'il ne s'y joint une troisième cause : l'humidité habituelle du sol. Et même lorsque cette condition vient se joindre aux deux premières, les effets produits sont très variables. Ainsi, on extrait souvent d'un même gisement des crânes évidemment contemporains dont quelques-uns sont très déformés, les autres ayant parfaitement conservé leur forme naturelle. Ces différences, se manifestant au milieu de conditions extérieures aussi semblables que possible, doivent être attribuées à des causes intrinsèques. On a déjà signalé la minceur des parois crâniennes, qui s'observe chez les sujets jeunes, et notamment chez ceux qui ont été dans leur enfance atteints de rachitisme. Mais ce n'est là qu'un cas particulier, et il est fort probable que la principale cause de ces variations est dans la proportion relative de la substance organique et de la substance inorganique des os.

Ces déformations posthumes se produisent plus aisément sur les crânes entr'ouverts par suite de l'écartement de certaines sutures, ou plus ou moins divisés par des fractures posthumes, et à plus forte raison sur les os ou fragments complétement isolés. Tous ceux qui ont eu l'occasion de reconstituer ou de réparer d'anciens crânes plus ou moins brisés, savent que dans beaucoup de cas les deux bords d'une suture ou d'une fracture ne peuvent se remettre en contact, soit qu'ils chevauchent ou qu'ils restent écartés, de sorte qu'on est quelquefois obligé de renoncer à restaurer complétement un crâne, bien qu'il n'y manque aucune pièce.

Les déformations qui précèdent surviennent lorsque les os humides sont soumis à des pressions mécaniques permanentes. Il en est d'autres qui se produisent après l'exhumation, pendant que les os perdent par l'évaporation l'eau dont ils s'étaient im-

bibés dans le sol, *surtout lorsque la dessiccation s'effectue rapidement.* On trouve souvent, dans les fouilles, des crânes complets, mais divisés en deux ou trois pièces qui se répondent parfaitement; ou encore le crâne, entier au moment où on le découvre, se brise en plusieurs fragments pendant qu'on le dégage de la terre qui l'entoure. En rapprochant ces fragments avec la main, on constate qu'ils s'adaptent très exactement les uns aux autres; et cependant au bout de quelques semaines, lorsqu'on veut les recoller, on trouve qu'ils ne coïncident plus d'une manière parfaite. C'est pourquoi il faut autant que possible nettoyer et recoller les crânes pendant qu'ils sont encore un peu humides. Lorsque cette période est passée et que certains fragments ou certains os en se desséchant se sont déformés, le mal n'est pas pour cela toujours sans remède. On peut quelquefois rendre aux parties déformées une certaine souplesse en les plongeant dans l'eau pendant quelques jours, puis les faire rentrer de force dans leurs rapports et les y maintenir à l'aide d'une pression permanente, jusqu'à ce que la colle soit bien solide. J'ai eu plus d'une fois recours à ce moyen avec succès, mais il n'est applicable que lorsque le crâne est d'ailleurs solide, qu'il est divisé en peu de pièces et que celles qui ont joué ont d'assez grandes dimensions.

Parmi les déformations qui se produisent pendant la dessiccation, il en est une assez légère, mais néanmoins très gênante, et qui est extrêmement commune. C'est celle des écailles temporales. On sait que la suture écailleuse n'est presque jamais soudée chez les sujets âgés de moins de soixante ans; souvent même elle reste ouverte jusque dans la vieillesse la plus avancée. Aussi l'os temporal est-il un de ceux qui se désarticulent le plus souvent dans le sol. Mais alors même que cet os est resté en place, et que le crâne, au moment où on l'exhume, est dans un état d'intégrité parfaite, on trouve très fréquemment, au bout de quelques semaines, les minces écailles temporales déjetées en dehors, laissant entre elles et les pariétaux un écartement qui peut aller jusqu'à 5, 6 millimètres et même plus. Cette disposition est très gênante : non-seulement elle masque la conformation d'une région importante, mais encore, ce qui est plus grave, elle peut rendre douteuses la mensuration du diamètre transver-

sal du crâne, et la détermination de l'indice céphalique. On pourrait y remédier en plongeant le crâne entier dans l'eau pendant quelques jours et en le mettant ensuite à la forme dans un étau. Mais cette imbibition prolongée pourrait compromettre la solidité des parties fragiles de la face et de la base du crâne. Il est beaucoup plus simple d'appliquer pendant quelques jours sur chaque écaille temporale un tampon d'ouate mouillée qu'on fixe avec de simples tours de cordes; l'imbibition est suffisante lorsque la pression de l'étau, convenablement amortie par des tampons, permet de ramener les écailles temporales à leur position. On enduit alors d'une bonne colle les surfaces qui s'étaient séparées, puis on replace le crâne dans l'étau et on l'y laisse pendant une huitaine de jours.

On remarquera que la séparation et le déjettement des écailles temporales, accident si fréquent sur les crânes qui ont séjourné longtemps dans le sol, ne se produisent jamais sur les crânes que les marchands d'ostéologie préparent par voie de macération, si ce n'est quelquefois sur les crânes des jeunes enfants. On sait cependant qu'après plusieurs mois de macération, trois mois au moins en été, six mois et plus dans les saisons froides ou tempérées, ces os sont desséchés rapidement en plein air, et même au soleil. Cela prouve que l'aptitude à subir des déformations sous l'influence de l'humidité et de la sécheresse est très faible dans les crânes frais, et qu'elle se développe par suite de l'altération qu'une longue inhumation dans un sol humide fait subir à la matière organique des os.

Les remarques qui précèdent ont déjà montré, je l'espère, que l'étude des changements hygrométriques des os du crâne est digne de l'attention des craniologistes ; mais la principale utilité de cette étude se rapporte à la question du cubage des crânes qui va maintenant m'occuper.

§ 2. — *De l'influence de l'humidité sur la capacité du crâne.*

Les chiffres publiés par M. Welcker en 1862, et les conséquences qu'il en avait tirées lui-même, avaient fait admettre que les différences du crâne sec au crâne humide étaient trop faibles pour mériter d'être prises en considération. Le peu de changement des diamètres pouvait faire croire que la capacité ne variait

que d'une très faible quantité ; c'est pour cela, sans doute, que les craniologistes, dans leurs études sur la capacité des crânes, ne se sont pas préoccupés des conditions de sécheresse ou d'humidité. J'ai moi-même pendant longtemps négligé de tenir compte de ces conditions, quoique mes recherches sur l'*indice cubique* des crânes (1) m'eussent montré qu'un très léger accroissement des diamètres crâniens suffit pour augmenter la capacité d'une manière très notable.

L'indice cubique, c'est-à-dire le rapport du produit des trois diamètres du crâne à sa capacité, présente des variations assez étendues, qui dépendent un peu de la forme plus ou moins globuleuse du crâne, et beaucoup de l'épaisseur plus ou moins forte de ses parois. Mais si l'on pouvait comparer entre eux deux crânes de forme absolument pareille, et dont les parois auraient une épaisseur proportionnelle à leur diamètre, les capacités de ces deux crânes seraient exactement proportionnelles aux produits de leurs trois diamètres. Ce rapport cesserait d'être tout à fait rigoureux, mais serait encore presque rigoureux, si les crânes comparés, sans être parfaitement semblables, ne présentaient dans leur forme que des différences très légères.

Cette similitude presque parfaite est réalisée lorsqu'on compare un crâne sec avec le même crâne humecté. On a vu plus haut, d'après les chiffres de Welcker, que, par suite de l'humectation, le diamètre longitudinal s'accroît un peu moins que les autres, mais les différences, se réduisant à des fractions de millimètre sur des longueurs de 14 ou de 18 centimètres, peuvent être considérées, au point de vue de la forme des solides, comme à peu près insignifiantes.

Partant de cette idée, on peut évaluer avec une approximation suffisante le changement de volume qui serait la conséquence de l'humectation, si celle ci faisait croître de 1 millimètre chacun des trois diamètres du crâne.

Prenons un crâne long de 180 millimètres, large de 140, haut de 130. Ces dimensions correspondent ordinairement à une capacité de 1,500 centimètres cubes. Le produit des trois diamètres

1. *Sur le crâne de Schiller et sur l'indice cubique des crânes*, dans *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1re série, t. V, 1864, p. 253-250 et P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I. p. 220.

donne 3,276 centimètres cubes, et l'indice cubique, obtenu en divisant la moitié de ce produit par la capacité, c'est-à-dire 1,638 par 1,500, est égal à 1,092.

Augmentons chaque diamètre de 1 millimètre, et le produit de 181 × 141 × 131 nous donnera 3,343^{cc},2, dont la moitié est 1,671^{cc},6. En divisant alors 1,671^{cc},6 par l'indice cubique 1,092, nous obtiendrons le quotient 1,530^{cc},76, qui représentera la nouvelle capacité crânienne : un accroissement de 1 millimètre sur chaque diamètre produirait donc un accroissement de 30^{cc},76 sur la capacité.

J'avais déjà fait ce calcul dans un autre but, lorsque les expériences de M. Welcker sur les crânes humectés vinrent à ma connaissance, et je me demandai tout d'abord si le phénomène qu'il avait étudié n'était pas de nature à introduire des erreurs dans le cubage des crânes, suivant que ce cubage était pratiqué plus ou moins longtemps après l'exhumation, ou encore suivant qu'il était pratiqué en temps sec ou en temps humide. Mais j'écartai bientôt cette préoccupation pour plusieurs raisons qui n'étaient pas également valables.

En premier lieu, l'accroissement produit par l'humidité n'était pas de 1 millimètre sur chaque diamètre, mais seulement de 4 dixièmes de millimètre sur le diamètre longitudinal, et de 7 dixièmes de millimètres sur les deux autres. Répétant sur ces nouveaux chiffres les calculs qui précèdent, je trouvai que l'accroissement de capacité qui en résultait n'était plus de 33^{cc}.76, mais seulement de 18^{cc},98. L'erreur, quoique forte encore, se trouvait donc notablement atténuée.

D'un autre côté, les différences hygrométriques dont M. Welcker avait étudié les effets, étaient évidemment beaucoup plus grandes que celles que l'on peut rencontrer dans les recherches ordinaires. On ne pratique pas la craniométrie sur les crânes frais ; on attend qu'ils soient dépouillés de leurs chairs, nettoyés et desséchés. Les crânes extraits d'un sol humide ne sont pas mesurés à l'instant même ; ils ont toujours le temps de sécher un peu avant d'arriver au laboratoire du craniologiste, et d'ailleurs même au sortir du sol le plus humide, ils ne sont jamais aussi saturés d'eau qu'ils ne le sont après trois jours d'immersion dans une cuve. Je pouvais dès lors penser que, dans les limites

des variations hygrométriques qui peuvent se réaliser dans la pratique, les variations de volume d'un même crâne, devaient rester bien au-dessus de l'évaluation précédente, et qu'elles n'atteignaient probablement pas 10 centimètres cubes.

Ces deux raisons étaient valables. J'y en ajoutai une troisième que je considère aujourd'hui comme tout à fait erronée. Je supposai que, lorqu'un crâne complet était immergé, et que son tissu en s'imprégnant d'eau augmentait de volume, l'écartement des molécules osseuses devait se faire plus aisément suivant l'épaisseur des os que suivant leur longueur ou leur largeur. Aucun obstacle en effet, si ce n'est la cohésion même du tissu, ne s'opposait à l'épaississement de la paroi, tandis que chaque os, pour s'allonger ou s'élargir, trouvait un obstacle dans la résistance des os voisins. Je m'imaginai donc que les parois du crâne devaient gagner en épaisseur plus que dans les autres sens ; que dès lors l'ampliation de la boîte crânienne devait être moindre que ne semblait l'indiquer l'augmentation des diamètres extérieurs du crâne. Or, j'avais supposé, dans mes premières évaluations, que l'épaississement des parois était proportionnel à l'agrandissement général du crâne, qu'en d'autres termes le rapport du volume extérieur du crâne à sa capacité ne variait pas ; mais si l'épaississement des parois était relativement plus grand que l'augmentation des diamètres, mes premières évaluations, qui avaient réduit à quelque chose comme 10 centimètres cubes l'erreur introduite dans le cubage des crânes par les variations hygrométriques, devenaient maintenant trop fortes, et je me plaisais à croire qu'il fallait peut-être le réduire de moitié.

Il ne s'agissait donc plus, je le croyais du moins, que d'une erreur d'environ 5 centimètres cubes, et cette erreur, d'une part, était presque sans importance, d'une autre part les procédés de cubage connus à cette époque n'étaient pas assez précis pour dévoiler des différences de capacité aussi légères. Dès lors je jugeai superflu de recourir à des expériences dont je croyais n'avoir rien à attendre, et je continuai à cuber les crânes sans m'inquiéter de leur état hygrométrique.

Mais depuis que la régularisation du procédé de cubage m'a permis de déterminer la capacité du crâne avec plus de pré-

cision, et d'obtenir des résultats qui, pour un même crâne, ne divergent pas de plus de 5 centimètres cubes, l'étude expérimentale des causes qui font varier la capacité crânienne est devenue possible.

Ayant un jour retrouvé dans mes notes les calculs que j'avais faits dans le temps sur l'indice cubique des crânes humectés et mesurés par M. Welcker, j'eus la curiosité de chercher jusqu'à quel point mes évaluations seraient confirmées par l'expérience, et je ne tardai pas à me convaincre qu'elles étaient restées bien au-dessous de la réalité. Je pus constater en effet que la capacité du crâne, au bout de trois jours d'humectation, était accrue ordinairement de plus de 30 centimètres cubes et souvent de plus de 40, au lieu de 18 à 19 que m'avaient fait pressentir les mesures linéaires de M. Welcker.

Je ne me crois pas autorisé à en conclure que ces mesures soient inexactes ; il peut très-bien se faire qu'elles aient été prises sur des crânes moins hygrométriques que les miens, peut-être sur des crânes desséchés depuis moins longtemps. Les crânes dont je me suis servi avaient été préparés naturellement par un long séjour dans le sol ; ceux de M. Welcker pouvaient avoir été préparés par le procédé des ostéologistes. La différence des conditions peut donc expliquer la différence des résultats. Je ferai remarquer d'ailleurs que la mensuration des diamètres crâniens à 1 dixième de millimètre près est une question fort délicate ; une erreur de 3 ou 4 dixièmes de millimètre peut être commise par l'expérimentateur le plus habile ; si l'on ajoutait seulement 3 ou 4 dixièmes de millimètre aux chiffres de M. Welcker, cela suffirait pour rendre compte d'un accroissement de capacité d'environ 30 centimètres cubes, et la contradiction signalée plus haut disparaîtrait. L'accroissement de chaque diamètre atteindrait ainsi 1 millimètre, mais la conclusion de cet auteur, relativement aux mesures linéaires, serait encore valable, car, dans la craniométrie ordinaire, les diamètres ne se mesurent qu'à 1 millimètre près, et si les changements produits par les conditions de sécheresse ou d'humidité ne dépassent pas les limites de l'erreur admise dans la pratique, on peut mesurer les crânes sans se préoccuper de leur état hygrométrique.

Mais cette conclusion est-elle applicable aux mesures de capacité ? En d'autres termes, est-il permis de faire abstraction des conditions d'humidité qui peuvent, comme je viens de le dire, produire des changements de 30, de 40 centimètres cubes et au-delà ? La question, ainsi posée, doit être résolue par la négative. Mais, dans la pratique, les variations de l'état hygrométrique des crânes restent bien au-dessous de celles que l'on produit en immergeant un crâne sec pendant plusieurs jours. Il y a donc lieu de se demander si, dans les conditions ordinaires, le degré d'humidité des crânes peut introduire des erreurs sérieuses dans les résultats du cubage.

A moins d'accidents tout à fait exceptionnels, l'humidité contenue dans les crânes ne peut provenir que de deux sources : de la vapeur d'eau répandue dans l'air, ou de l'eau imbibée dans le sol où les crânes ont séjourné.

De là deux questions distinctes :

1° Les changements hygrométriques de l'air font-ils varier la capacité des crânes à un degré suffisant pour introduire dans le cubage une erreur sérieuse ? En d'autres termes, peut-on procéder au cubage des crânes en tout temps et en toutes saisons ?

2° La quantité d'eau dont les crânes sont imprégnés au moment où on les exhume est-elle suffisante pour exercer sur les résultats du cubage une influence notable ?

L'importance de la première question n'échappera à personne. Il est impossible de soustraire complétement une collection de crânes aux effets de l'humidité atmosphérique, et si les variations hygrométriques de l'air étaient de nature à modifier beaucoup la capacité du crâne, si l'on en était réduit à ne pratiquer le cubage que dans une seule saison (qui devrait être la saison chaude), ce serait pour les recherches de ce genre une entrave fâcheuse. Mais il n'en est rien, et je suis heureux de pouvoir résoudre la première question par la négative.

Je répondrai au contraire affirmativement à la seconde question. Je montrerai que les crânes récemment exhumés, même alors qu'ils paraissent bien secs, retiennent encore une notable quantité d'eau, que leur capacité diminue à mesure que cette eau s'évapore, et ne devient fixe qu'au bout d'un temps assez

long ; et il en découlera naturellement cette conséquence importante, que pour obtenir des résultats comparables, on ne devra pratiquer le cubage des crânes que plusieurs mois après leur exhumation.

Mes premières expériences ont été faites au mois d'avril et de mai 1872. J'en ai tiré quelques conclusions que j'ai consignées dans mon *Mémoire sur la mensuration de la capacité du crâne* (1). Mais ces expériences, faites rapidement, et destinées seulement à constater le fait de la dilatation hygrométrique, n'avaient pas été dirigées de manière à étudier le phénomène dans ses détails. Il serait donc superflu de les exposer ici. Il me suffira de dire qu'elles ont été pleinement confirmées par les expériences plus méthodiques que j'ai faites dans ces derniers temps, et dont je vais faire connaître les résultats.

Dans ces diverses expériences, j'ai déterminé à l'aide de la balance les changements hygrométriques des crânes, et j'ai constaté au moyen du cubage les changements de leur capacité. Comme l'opération du cubage n'est jamais rigoureuse et que les résultats n'en sont exacts qu'à 5 centimètres cubes près, j'ai, à chaque examen, cubé les mêmes crânes au moins trois fois et jusqu'à cinq fois de suite, et j'ai pris la moyenne des chiffres obtenus. Là où les changements constatés étaient faibles, j'ai inscrit les décimales de ces moyennes ; mais cela m'a paru inutile lorsque les différences étaient fortes.

Pour apprécier la quantité d'eau réellement imbibée dans les crânes soumis à l'immersion, il faut laisser égoutter pendant quelque temps l'eau simplement interposée dans les mailles de leur tissu. Mais, pendant que cette eau s'écoule, la surface du crâne perd assez rapidement, par évaporation, une certaine partie de l'eau réellement imbibée dans la substance osseuse proprement dite. Il est donc nécessaire de placer les crânes, pour les égoutter, dans un milieu saturé d'humidité. Je me sers pour cela d'une caisse que j'appelle la *caisse humide*. C'est une grande caisse en bois blanc, dans le fond de laquelle on dépose des étoupes imbibées d'eau. Chaque jour, en outre, après avoir retiré les crânes pour quelques instants, on projette un jet d'eau

1. *Mém. de la Soc. d'anthrop.*, 2e série, t. 1, p. 148-150. Communiqué à la Société dans la séance du 16 mai 1872 et dans ce volume, p. 89-90.

avec une seringue sur toute la surface interne de la caisse, y compris le couvercle. Les crânes sont déposés sur un gril qui les tient suspendus à quelques centimètres au-dessus des étoupes mouillées.

Cette caisse sert à la fois pour faire égoutter les crânes au sortir du bain et pour exposer les crânes secs à l'action de l'air humide.

Mes expériences se divisent en trois séries. Elles ont été faites : 1° sur des crânes humectés artificiellement par immersion ; 2° sur des crânes humectés naturellement dans le sol ; 3° sur des crânes exposés seulement au contact de l'air humide.

§ 3. — *Influence de l'immersion sur la capacité du crâne.*

Première expérience. Immersion de cinq crânes aux sutures soudées. — Cinq crânes provenant de l'ossuaire de l'ancienne église Sainte-Marine, dans la Cité, exhumés depuis cent cinquante ans, conservés depuis lors dans une des membrures de l'ogive, et déposés depuis 1865 dans mon laboratoire, ont été pesés et cubés avec soin le 21 décembre 1873. Ces crânes étaient bien complets, bien solides, et tous présentaient, sur leurs principales sutures, au moins un commencement de soudure. Après avoir servi pendant trois jours à des expériences sur les effets de l'air humide, ces crânes ont été plongés dans une cuve d'eau le 24 décembre 1873, à cinq heures du soir.

Le 25 décembre, à la même heure, on les a retirés du bain et on les a placés jusqu'au lendemain dans la caisse humide.

Le 26 décembre, après un jour d'immersion suivi d'un jour d'égouttement, on les a de nouveau pesés et cubés, puis replongés aussitôt dans le bain, où ils ont séjourné encore vingt-quatre heures.

Le 27, après le deuxième jour d'immersion séparé du premier par un jour d'égouttement, ils ont été définitivement retirés de l'eau et exposés à l'air libre. Au bout de deux heures et

demie, trois d'entre eux seulement (n°s 2, 4 et 5) ont été essuyés avec un linge, essuyés intérieurement au moyen du gros plomb, puis pesés et cubés. Tous sont restés ensuite vingt-quatre heures à l'air libre devant une fenêtre ouverte.

Le 28, après un jour d'évaporation à l'air libre, par une température très-modérée pour la saison, ils ont été cubés et pesés, puis transportés dans une chambre où l'on faisait du feu six heures par jour et placés sur une tablette, près de la cheminée. Pendant cette période de desséchement, qui a duré vingt jours, ils ont été pesés douze fois et cubés à cinq reprises différentes. Les résultats de cette expérience sont consignés sur le tableau ci-après (voir p. 116).

Je parlerai d'abord des pesées, qui font connaître la quantité d'eau imbibée dans les crânes. Les crânes n'ont pas été pesés au sortir du bain; j'ai voulu laisser à l'eau contenue dans les cavités de la face et des parois crâniennes, et à celle qui mouillait la surface interne de la boîte encéphalique, le temps de s'écouler goutte à goutte. Après la première immersion, l'égouttement s'est fait pendant vingt-quatre heures dans la caisse humide. Au bout de ce temps, les crânes retenaient encore une quantité d'eau d'imbibition variant de 71 à 107 grammes. Le rapport du poids de l'eau imbibée au poids des crânes secs était compris entre 10.4 et 14.7 pour 100. Tel était le résultat d'une immersion de vingt-quatre heures seulement.

J'ai lieu de croire qu'une immersion plus prolongée n'aurait pas augmenté beaucoup l'imbibition, car, les crânes ayant été replongés dans l'eau immédiatement après cette pesée, leur poids ne s'accrut pas notablement pendant la seconde journée d'immersion. On ne les pesa pas au moment où on les retira de ce second bain, mais trois d'entre eux furent pesés après avoir été égouttés pendant deux heures et demie; quoiqu'on les eût essuyés plusieurs fois pendant cette courte période d'égouttement, et quoiqu'on les eût rincés en outre avec du plomb de chasse, pour essuyer autant que possible leur surface interne, ils étaient loin d'être aussi bien égouttés qu'au moment de la pesée précédente; et cependant leur poids ne s'était accru que de 3, 5 et 6 grammes. Les effets de la seconde journée d'immersion avaient donc été très-faibles, et peut-être nuls, pour ce qui

EXP. I. — *Expériences d'immersion sur les cinq crânes de l'ossuaire de Sainte-Marine.*

(Sutures plus ou moins soudées.)

	Poids des crânes.					Capacité des crânes.				
Période d'humectation. N°s	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Avant l'expérience..................	gr 755.5	532	679	526	727	cc 1343	1312	1631	1581	1425
26 décembre. Après 1 jour d'immersion et 1 jour d'égouttement........	835	604	750	603	834	1375	1341	1674	1626	1451
Augmentation { absolue.............	79.5	72	71	77	107	32	29	43	45	26
Augmentation { en centièmes........	10.5 °/₀	13.5 °/₀	10.4 °/₀	14.6 °/₀	14.7 °/₀	2.38 °/₀	2.21 °/₀	2.63 °/₀	2.84 °/₀	1.82 °/₀
27 déc. Après un nouveau jour d'immersion et 2 heures 1/2 d'égouttement.	—	610	—	608	837	—	1348	—	1634	1466
Augmentation { absolue.............	—	78	—	82	110	—	36	—	53	41
Augmentation { en centièmes........	—	14.6 °/₀	—	15.6 °/₀	15.1 °/₀	—	2.74 °/₀	—	3.35 °/₀	2.87 °/₀
28 décembre. Après 1 jour d'évaporation à l'air libre..................	812	582	728	581	802	1372	1343	1671	1628	1458
Augm. depuis le début { absolue......	56.5	50	49	55	75	20	31	40	47	33
Augm. depuis le début { en cent......	7.5 °/₀	9.4 °/₀	7.2 °/₀	10.4 °/₀	10.3 °/₀	2.16 °/₀	2.36 °/₀	2.45 °/₀	2.89 °/₀	2.63 °/₀
Période de dessèchement dans une chambre chauffée.										
29 décembre. Après 2 j. d'évaporat...	783	560	707	559	770	—	—	—	—	—
30 — — 3 j. —	772	549	698	546	747	1370	1336	1660	1641	1455
31 — — 4 j. —	766.5	544	693	540	740	—	—	—	—	—
1er janvier. — 5 j. —	765.5	542.5	692.5	537	737	—	—	—	—	—
— 6 j. —	763	540	691	533	735	—	—	—	—	—
— 8 j. —	761	538.5	688	531	731.5	—	—	—	—	—
— 9 j. —	761	537	687	529	730	1361	1330	1645	1606	1443
— 13 j. —	757	536	683	527	727	1357	1322	1646	1605	1440
— 15 j. —	756	535	683	526	727	—	—	—	—	—
— 18 j. —	756	535	681	526	727	—	—	—	—	—
— 21 j. —	756	535	681	526	727	1356	1324	1646	1604	1436
Augm. depuis le début de l'expér.....	0.5	3	2	0	0	13	12	15	23	11

concerne le poids des crânes, quoique leur volume eût continué à augmenter d'une manière notable, comme on le verra tout à l'heure.

Abandonnés à l'air libre devant une fenêtre ouverte, les crânes, au bout de vingt-quatre heures, étaient complétement égouttés ; il n'y avait plus d'eau libre à leur surface; ayant perdu en outre une partie de leur eau par évaporation, ils étaient de 20 à 30 grammes moins lourds qu'ils ne l'avaient été deux jours auparavant au sortir de la caisse humide. Lorsqu'on les touchait, ils ne mouillaient pas les doigts ; on sentait qu'ils étaient encore très-humides, mais ils ne l'étaient pas plus que certains crânes que l'on vient d'extraire du sol. En cet état, ils pesaient encore de 49 à 75 grammes de plus qu'avant l'expérience.

Cette grande quantité d'eau s'est évaporée ensuite plus promptement que je ne l'avais supposé. Les crânes avaient été placés sur une tablette près de la cheminée, mais ils ne voyaient pas le feu. La température extérieure était assez basse ; il gelait quelquefois la nuit. Le thermomètre du laboratoire marquait 6 à 8 degrés le matin et 15 à 16 degrés dans l'après-midi, quand le feu était allumé. Ces conditions étaient peu favorables à l'évaporation. Néanmoins, au bout d'un jour les crânes avaient encore perdu de 21 à 32 grammes de leur poids, sans avoir d'ailleurs laissé égoutter aucune goutte d'eau ; le jour suivant ils perdirent de 9 à 23 grammes; puis de 5 à 7 grammes le jour d'après. Au bout de sept jours d'évaporation, ils ne retenaient plus que 7 ou 8 grammes d'eau, à l'exception du numéro 3 qui en retenait encore 12 grammes. Le treizième jour, le numéro 5 était déjà revenu à son poids primitif; le quinzième jour, les numéros 1 et 4 étaient à leur tour parfaitement secs; mais les numéros 2 et 3 retenaient encore 3 et 4 grammes d'eau. Le vingt et unième jour, lorsque l'expérience fut arrêtée, ces deux derniers crânes n'étaient pas encore complétement desséchés ; et il est digne de remarque que l'un deux, le numéro 3, était celui qui avait absorbé la plus faible proportion d'eau, tandis que le numéro 5, qui en avait absorbé la plus forte proportion, avait été desséché avant tous les autres. J'ajoute que ce numéro 5 était le plus éloigné de la cheminée. Ces contrastes prouvent que les propriétés hygrométriques des crânes sont très-variables, ce qui peut

dépendre à la fois de la porosité de leur tissu et de l'état de leur matière organique.

L'augmentation et la diminution de la capacité des crânes ne peuvent pas se déterminer avec la même rigueur que celles de leur état hygrométrique, car les pesées ne trompent pas, tandis que le cubage est toujours quelque peu incertain. Je rappelle que les résultats du cubage d'un même crâne peuvent varier de 5 centimètres cubes ; pour diminuer l'incertitude, j'ai eu soin de prendre les moyennes de trois ou de quatre cubages consécutifs, néanmoins je considère comme peu significatives les différences de 1 à 2 centimètres cubes qu'on trouvera quelquefois dans la même colonne. Ainsi le crâne n° 2, qui cubait 1 324 centimètres cubes le dernier jour de l'expérience, ne cubait, sept jours auparavant, que 1 322 centimètres cubes, quoiqu'il eût continué à se dessécher un peu pendant la dernière semaine. Ce résultat est dû certainement à une erreur de cubage, soit que les jauges du dernier jour aient été trop fortes, soit que celles de l'avant-dernier cubage aient été trop faibles. Mais cela ne porte aucune atteinte à l'ensemble des faits consignés sur le tableau.

Les chiffres de ce tableau montrent que les changements de capacité ont marché dans le même sens que les changements de poids ; mais ces deux phénomènes n'ont pas été proportionnels. Ainsi, après la première immersion, le 26 décembre, tandis que les poids s'étaient accrus de 10.4 à 14.7 pour 100, la capacité ne s'était accrue que de 1.82 à 2.84 pour 100, et, chose digne d'attention, le crâne n° 5, qui avait alors absorbé la plus forte proportion d'eau, était celui dont la capacité avait pris, absolument et relativement, le moins d'accroissement. Mais ce même crâne, qui dans la seconde immersion n'absorba que 3 grammes d'eau en vingt-quatre heures, gagna dans le même temps 15 centimètres cubes en capacité. Les deux autres crânes qui furent cubés au sortir du second bain, présentèrent des changements analogues, quoique moins remarquables ; le numéro 2, qui la première fois, en absorbant 72 grammes d'eau, n'avait gagné que 29 centimètres cubes, gagna la seconde fois 7 centimètres cubes pour 6 grammes d'eau. En même temps le numéro 4 gagna 8 centimètres cubes pour 5 grammes d'eau seulement. Ces faits

prouvent bien clairement que la dilatation des os par l'eau qui s'y imbibe n'est pas, comme celle de l'éponge mouillée, le résultat de l'imbibition pure et simple, mais d'un phénomène plus compliqué, d'une hydratation véritable qui régénère en quelque sorte la matière organique desséchée, et rend leur longueur aux fibres osseuses. Ce phénomène d'hydratation s'effectue rapidement; il commence en même temps que l'imbibition, mais il marche moins vite qu'elle, et continue à faire de grands progrès, alors qu'elle est déjà presque achevée.

Un phénomène inverse, et dû à la même cause, se manifeste pendant la période de desséchement. Au bout de trois jours seulement d'évaporation, les crânes ont déjà perdu plus des trois quarts de l'eau dont ils étaient imprégnés, tandis que leur capacité n'a baissé que de quelques centimètres cubes. Au neuvième jour, ils ne retiennent plus que de 3 à 8 grammes d'eau, quoique leur dilatation s'élève encore à 18, 18, 14, 25 et 18 centimètres cubes; au treizième jour, les quantités d'eau retenue ne sont plus que de 0 à 4 grammes, et cependant les capacités restent supérieures aux capacités primitives de 14, 10, 15, 24 et 15 centimètres cubes. Enfin, au vingt et unième jour, trois crânes, les numéros 1, 4 et 5, sont revenus à leur poids initial, quoiqu'ils aient toujours un excédant de capacité de 13, 23 et 11 centimètres cubes. Quant aux numéros 2 et 3 qui retiennent encore 3 et 2 grammes d'eau, leur excédant de capacité n'est pas plus grand que celui des crânes déjà revenus à leur premier poids; le hasard fait même qu'il est un peu moindre, puisqu'il ne monte qu'à 12 et 15 centimètres cubes. Il est évident, d'après ces chiffres, que la rétraction des crânes dilatés par immersion marche beaucoup plus lentement que leur dessiccation, et que la première est encore bien loin de son terme, lorsque la seconde paraît déjà terminée. Dans l'expérience que je rapporte, l'observation régulière de ce phénomène de retrait n'a pas été poussée au delà du vingt et unième jour.

Dans d'autres expériences, le retour des crânes à leur capacité primitive a été plus rapide; cela varie suivant la température, suivant l'état hygrométrique de l'air, suivant le degré de densité et d'épaisseur des parois crâniennes, et aussi sans doute suivant la proportion et la constitution de la matière organique, qui

varie elle-même suivant l'ancienneté des crânes, et suivant la constitution des individus.

Quoi qu'il en soit, ces faits prouvent que la capacité des crânes humectés par imbibition ne devient stable qu'au bout d'un temps assez long.

Par conséquent, lorsque l'on veut étudier la capacité d'un crâne exhumé depuis peu, il ne suffit pas d'attendre qu'il paraisse bien sec, ni même de constater à la balance que son poids ne change plus; il faut attendre quelques mois de plus, sans cela on s'exposerait à trouver une capacité notablement supérieure à celle qui sera définitive, et qui pourra seule servir à des comparaisons utiles. Cette remarque a bien sa valeur; mais ce qu'il importe de constater, c'est que le cubage des crânes récemment exhumés est tout à fait trompeur, car les résultats qu'il donne sont subordonnés au degré d'humidité du sol. Si le sol est sablonneux et bien sec, comme dans certaines cavernes, la capacité est la même que si les crânes étaient depuis longtemps déposés dans un musée; si le sol au contraire est très-humide, elle est comparable à celle des crânes humectés artificiellement, et exposés à l'air depuis vingt-quatre heures, c'est-à-dire qu'elle est de 2 à 3 pour 100 plus forte que dans le premier cas. Il ne s'agit pas de savoir quelle est, de ces deux capacités, celle qui se rapproche le plus de la capacité du crâne pendant la vie; si l'on se plaçait à ce point de vue, on devrait donner la préférence au cubage des crânes humides, et même très-humides. Mais le but qu'on se propose est tout différent; on étudie le caractère de la capacité pour établir des comparaisons. Il faut donc que cette étude soit faite, pour tous les crânes, dans des conditions identiques, et comme les termes de comparaison sont des crânes déposés dans les musées et par conséquent desséchés, comme en outre on ne peut songer à les humecter complétement, chaque fois qu'on veut les cuber, il n'y a qu'un moyen d'obtenir des résultats comparables, c'est d'attendre toujours, pour pratiquer le cubage, que les crânes soient parfaitement secs depuis plusieurs mois.

Dans l'expérience qui précède, j'avais choisi à dessein des crânes dont toutes les sutures étaient déjà plus ou moins soudées afin que l'écartement des sutures fût impossible, et que l'am-

pliation des crânes ne pût être attribuée qu'à l'expansion du tissu osseux lui-même. Mais j'ai dû me demander si les résultats étaient les mêmes lorsque toutes les sutures sont libres. Dans ce dernier cas, en effet, il peut rester, dans les intervalles des dentelures, quelques débris desséchés du péricrâne; il peut se faire, aussi que certaines dentelures plus ou moins coniques, en augmentant de volume, repoussent l'os adjacent et fassent quelque peu écarter les sutures, ce qui ajouterait une nouvelle ampliation à celle qui se produit dans la continuité des os. L'expérience suivante a prouvé néanmoins que la liberté des sutures ne change pas sensiblement les effets de l'humectation.

Deuxième expérience.—Immersion de trois crânes aux sutures libres.— Trois crânes provenant de l'ancien cimetière de l'Ouest, et exhumés depuis 1861, aussi secs par conséquent que je pouvais le désirer, m'ont paru convenables pour cette seconde série d'expériences. Toutes les sutures étaient libres extérieurement, à l'exception de la suture sphéno-basilaire, qui était entièrement effacée. L'examen à l'aide du cranioscope m'a montré en outre que les sutures étaient également libres du côté de la face interne. Les sujets paraissaient âgés de vingt-cinq à trente ans : les trois crânes pesés et cubés à l'état sec, ont été plongés dans l'eau pendant trois jours consécutifs, puis égouttés pendant vingt quatre heures dans la caisse humide, et cubés alors pour la seconde fois ; après quoi ils ont été exposés à l'air, dans la même chambre et en même temps que les cinq crânes de la première série. L'étude de la période de dessèchement a été faite jusqu'à la fin du douzième jour. Dans l'avant-dernière séance de cubage la suture coronale du crâne n° 3 se laissa disjoindre sous la pression du plomb. Il fallut donc renoncer à déterminer exactement la capacité de ce crâne.

Exp. II. *Expérience d'immersion sur les trois crânes du cimetière de l'Ouest (sutures libres).*

	Poids.			Capacité.		
Période d'humectation — Nos :	1	2	3	1	2	3
Avant l'expérience.....	743gr	437	741	1379cc	1349cc	1643cc
5 janv. Après 3 j. d'im. et 1 j. d'égouttem...	824	485	904	1409	1388	1691
Augmentat. absolue..	81	48	163	30	39	48
Augmentat. en cent..	10.9%	10.9%	22%	2.17%	2.88%	2.92%

Période de dessèchement. Nos :	Poids. 1	2	3	Capacité. 1	2	3
6 janv. Ap. 1 j. d'évap..	799	461	861	1407	1381	1686
Augmentat. absolue..	56	24	120	28	32	43
Augmentat. en cent..	7.5 %	5.5 %	16.2 %	2.03 %	2.37 %	2.61 %
Après 4 j. d'évaporat ..	762	445.5	781	1404	1365	1681
— 6 j. —	758	443	766			
— 9 j. —	753	441	755	1394	1358	
17 janv. Après 12 j.....	752	441	755	1387	1355	
Augmentation depuis le début...............	9	4	14	8	6	

La durée de l'immersion ayant été plus grande dans cette expérience que dans la première, cette circonstance serait de nature à rendre plus intenses les effets de l'humectation. Nous voyons cependant que, le 6 janvier, après un jour d'évaporation, ces effets ne différaient pas sensiblement de ceux qui avaient été constatés dans des conditions analogues, le 28 décembre, sur les crânes de la première série d'expériences. Dans ce dernier cas, en effet, l'augmentation de capacité était de 2.16 à 2.89 pour 100, tandis que sur les trois nouveaux crânes elle était de 2.3 à 2.61 pour 100.

L'état des sutures paraît donc n'exercer aucune influence sur le phénomène que j'étudie ; la dilatation produite par l'imbibition de l'eau n'est pas plus forte dans les crânes dont les sutures sont libres que dans ceux où elles sont soudées, et on peut en conclure que cette dilatation est la conséquence de l'expansion du tissu osseux lui-même.

Le degré de densité de ce tissu fait varier d'une manière notable la facilité avec laquelle il s'humecte, et avec laquelle il se dilate. Les crânes très-compactes retiennent beaucoup moins d'eau que les autres et se dilatent beaucoup moins. L'expérience suivante, qui date du mois de mai 1872, met ce fait en évidence.

Troisième expérience. — Immersion d'un crâne éburné. — Il y a dans mon laboratoire un crâne qui a servi pendant plusieurs années à l'étude des divers procédés de cubage, et qui porte le nom de *crâne-étalon*. Il a été choisi à cause de sa solidité exceptionnelle. Toutes les sutures sont complétement soudées les parois osseuses sont éburnées, très-épaisses. Ces conditions ont permis de pratiquer plusieurs fois le cubage au mercure, et de déterminer rigoureusement la capacité qui est de 1424 centimètres cubes.

Le 10 mai 1872, le crâne étalon a été cubé cinq fois de suite avec le plomb. La capacité, moyenne a été de 1422^{cc},80. Il a été aussitôt plongé dans l'eau, où il a séjourné quarante huit heures.

Le 12 mai, on le retire de l'eau, on l'égoutte sur la fenêtre pendant deux heures et demie, en l'essuyant plusieurs fois, et en y agitant plusieurs fois du plomb de chasse pour essuyer autant que possible la surface intérieure. Au bout de deux heures et demie, on le cube cinq fois de suite : capacité moyenne, 1442^{cc},60.

On l'expose alors à l'air, devant la fenêtre ouverte, pendant sept jours. A deux reprises, le 18 et le 19 mai, on le fait séjourner trois heures de suite dans une étuve dont la porte est entr'ouverte et dont le thermomètre marque 40 degrés.

Le 19 mai, au sortir de l'étuve, on le cube huit fois de suite : capacité moyenne, 1427^{cc},75.

Ainsi l'accroissement de capacité, pour quarante huit heures d'immersion, n'a été que de 19^{cc},80 ou de 1.39 pour 100. Les crânes de l'expérience I se trouvaient le 27 décembre (voir le premier tableau) dans des conditions analogues, c'est-à-dire qu'ils avaient été immergés deux jours et égouttés deux heures et demie. Leur capacité se trouvait alors accrue de 2.74 à 3.35 pour 100, c'est-à-dire de deux à trois fois plus que celle de notre crâne étalon.

Ce même crâne fut alors de nouveau plongé dans l'eau pendant quatre jours entiers.

Le 23 mai, retiré de l'eau, égoutté pendant deux heures et demie, et traité comme la première fois, il fut cubé cinq fois de suite et donna une capacité moyenne de 1446^{cc},20.

Quoique les effets de la première immersion ne fussent pas encore entièrement effacés au commencement de la seconde, et quoique celle-ci eût été plus longue que dans toutes les autres expériences, l'accroissement de capacité depuis le début n'était que de 23^{cc},40 ou de 1.64 pour 100.

Exposé ensuite à l'air libre, devant la fenêtre ouverte, sous une température qui dépassait habituellement 20 degrés, ce crâne se dessécha assez vite. Au bout de deux jours, il cubait 1438^{cc},66; au bout de sept jours, paraissant déjà très-sec, il cubait encore

1430^{cc},33. Pendant les jours suivants, on le plaça à deux reprises, trois heures chaque fois, dans une étuve chauffée à 40 degrés, et enfin le 15 juin, au bout de vingt-trois jours, cubé neuf fois de suite, il donna une moyenne de 1425^{cc},66, encore supérieure d'environ 3 centimètres cubes à la capacité initiale.

La quantité d'eau retenue par le crâne n'a pas été déterminée; une coulée de plâtre avait été faite antérieurement dans les fosses nasales, dans le fond des orbites, et sur les trous de la base du crâne préalablement lutés avec de la cire, pour permettre de pratiquer le cubage au mercure; on ne pouvait donc distinguer l'eau retenue par le plâtre de l'eau imbibée dans le tissu osseux. Mais les résultats du cubage suffisent pour prouver d'une part que les os les plus denses et les plus éburnés se dilatent encore d'une manière très-notable par suite de l'humectation, quoiqu'ils subissent cette influence beaucoup plus lentement, et à un degré beaucoup moindre que les os ordinaires.

Les conditions artificielles obtenues par l'humectation sont évidemment comparables à celles qui résultent du séjour des crânes dans un sol humide. Elles en diffèrent toutefois au double point de vue de leur intensité qui est beaucoup plus grande, et de leur durée qui est incomparablement plus courte. Il n'est donc pas inutile d'étudier maintenant les modifications que présente la capacité des crânes après leur exhumation.

§ 4. — *De l'influence de l'humidité du sol sur la capacité des crânes.*

Quatrième expérience. — Capacité des crânes récemment exhumés. — Mon savant collègue M. Sasse, de Zaandam (Hollande), a bien voulu m'expédier, en novembre 1873, pour le musée du Laboratoire d'anthropologie, une belle série de cinquante-deux crânes néerlandais extraits récemment du cimetière de Zaandam. La caisse, expédiée d'abord à Anvers, en repartit le 4 décembre, arriva à Paris le 19 décembre et fut ouverte le jour même. La paille de l'emballage était encore un peu humide, ainsi que la terre attachée à certains crânes. Les crânes furent laissés à l'air, dans le grenier, sur une grande table. Le 22 décembre,

ils étaient assez secs pour être nettoyés et mis dans les rayons, en restant toujours au grenier.

Le 28 décembre, quatre de ces crânes furent cubés et pesés. Ils paraissaient déjà bien secs. Le grenier où ils étaient déposés est une pièce mal close, où l'humidité extérieure pénètre facilement. Il y eut pendant la première quinzaine de janvier plusieurs jours de brouillard et de grande humidité. C'est pour cela sans doute que le poids des crânes s'est trouvé légèrement accru le 17 janvier, jour où le pesage et le cubage ont été pratiqués pour la seconde fois. Malgré cela, la capacité avait rétrogradé d'une manière notable.

Exp. IV. — *Crânes de Zaandam exhumés depuis plus d'un mois.*

	Poids.				Capacité.			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Le 28 décembre 1873, plus d'un mois après l'exhumation et 9 jours après le déballage...........	647 gr	769	497	695	1479 cc	1700	1576	1536
Le 17 janvier 1874, 29 jours après le déballage.....	648	770	498	695	1466	1695	1570	1527
Diminution de capacité depuis le 28 décembre.					13	5	6	9

Quoiqu'une diminution de 13 et de 9 centimètres cubes, ne soit pas sans importance, cette expérience par elle-même serait peu significative, si nous n'avions pas la ressource de la comparer avec les expériences d'immersion.

Lorsque les crânes ont été mis en observation pour la première fois, il y avait plus d'un mois qu'ils étaient exhumés, et ils avaient déjà perdu, certainement, une grande partie de leur eau. L'humidité de la paille et du foin de l'emballage leur avait évidemment été empruntée ; ils s'étaient donc quelque peu desséchés pendant leur séjour dans la caisse; ils se desséchèrent ensuite assez rapidement après le déballage, puisque le 28 décembre ils paraissaient aussi secs que les crânes ordinaires. Ce qui prouve d'ailleurs qu'à cette date, leur dessiccation était déjà très-avancée, c'est que pendant les jours suivants, au lieu de laisser évaporer leur eau, ils ont absorbé l'humidité de l'air.

Ces crânes avaient donc déjà traversé, avant d'être cubés pour la première fois, une période de dessiccation pendant laquelle leur capacité avait dû subir une réduction assez forte.

Cette réduction ne peut-être évaluée ; mais il est permis de supposer qu'elle n'avait pas été inférieure à celle qui a été constatée du 28 décembre au 17 janvier.

On remarquera en outre que l'état hygrométrique des crânes en question était comparable à celui qui a été constaté sur les cinq crânes de Sainte-Marine à la fin de l'expérience I (voir le premier tableau, p. 116), Ces derniers crânes, depuis plusieurs jours, étaient presque revenus à leur poids primitif, et cependant leur rétraction était loin d'être achevée, puisque leur capacité restait encore accrue de 11 à 23 centimètres cubes. Si donc l'on suppose (ce qui est au moins douteux) que les quatre crânes de Zaandam fussent parvenus dès le 17 janvier au terme de leur dessiccation naturelle, il n'en résultera nullement que leur rétraction fut achevée ; il sera au contraire, fort probable que comme les crânes de Sainte-Marine au dernier jour de l'expérience, ils étaient encore assez loin du terme de leur rétraction.

Les observations faites sur les crânes de Zaandam permettent donc de penser que les crânes cubés peu de temps après l'exhumation donnent une capacité supérieure de 20 centimètres cubes au moins à celle qui doit devenir définitive, et qui seule peut servir à des études comparatives.

Ces crânes seront prochainement installés dans le musée du laboratoire ; je me propose de les cuber de nouveau dans quelques mois, et je pourrai alors vous donner des chiffres plus certains ; mais ceux qui ont déjà été constatés suffisent pour prouver que le cubage des crânes ne doit être pratiqué qu'au bout d'un temps assez long après l'exhumation.

§ 5. — *De l'influence de l'état hygrométrique de l'air sur la capacité des crânes.*

Pour apprécier l'influence de l'humidité de l'air sur les crânes, j'ai fait trois séries d'expériences.

J'ai exposé les crânes : 1° à l'humidité artificielle obtenue dans la *caisse humide*, décrite plus haut, p. 113-114 ;

2° A la même influence, à laquelle j'ai ajouté, pour imiter les effets de la rosée, l'insufflation d'un nuage d'eau pulvérisée dans la caisse humide ;

3° A l'humidité naturelle d'une cave ;

1° *Expérience dans la caisse humide.* — Cette expérience a été faite sur les trois crânes du cimetière de l'Ouest qui ont servi ensuite à la seconde série des expériences d'humectation (voir plus haut, p. 121-122). Les sutures de ces crânes étaient libres.

Ces trois crânes, préalablement pesés et cubés, ont été placés le 27 décembre dans la caisse humide. Ils ont été examinés ensuite depuis ce jour jusqu'au 31 décembre. La température était basse (température de la nuit de — 4 degrés à + 2 degrés). Le résultat est indiqué sur le tableau suivant. J'y ai inscrit les fractions de centimètre cube résultant des moyennes des cubages ; j'ai omis ces fractions dans le relevé des expériences d'immersion parce que les effets obtenus étaient très-intenses ; mais ici les effets étant beaucoup plus faibles, les fractions ne peuvent être négligées.

Exp. V. — *Humectation dans la caisse humide.*

	Poids des crânes.			Capacité des crânes.		
Nos	1	2	3	1	2	3
Avant l'expérience	743 gr	437	741	1378.75 cc	1349.50	1643.00
28 déc. Après 1 j. dans la caisse humide.....	744	437.7	744	1383.25	1349.25	1644.75
29 déc. Après 2 j. id...	744.5	438	744	—	—	—
30 déc. Après 3 j. id...	746	439	744.5	1385.50	1350.00	1644.75
31 déc. Après 4 j. id...	746	439	745	1383.75	1350.25	1646.00
Aug. depuis le début...	3	2	4	5	0.75	3

Ainsi, les crânes ont absorbé de 2 à 4 grammes en quatre jours. Quant à leur capacité, les différences qu'elle a présentées sont trop petites pour qu'on puisse les considérer comme certaines. Je rappelle en effet que le cubage le plus méthodique n'est jamais d'une précision rigoureuse, et laisse toujours subsister la chance d'une erreur de 5 centimètres cubes. Lorsqu'on prend la moyenne de quatre cubages, comme je l'ai fait dans cette expérience, les erreurs se compensent en partie, mais on ne peut cependant pas espérer qu'elles se détruisent, de sorte que des différences de 1 à 2 centimètres cubes n'ont presque aucune signification. On comprend ainsi comment la capacité du crâne n° 1 a pu paraître un peu moindre le 31 décembre que le 30 décembre, et comment celle du numéro 3 a pu paraître stationnaire du 28

au 30 décembre, tandis qu'il est fort probable au contraire que la dilatation de ces crânes s'est effectuée d'une manière ininterrompue depuis le premier jour jusqu'au dernier.

Ces deux crânes ont gagné en poids 3 et 4 grammes, en capacité 5 et 3 centimètres cubes, résultat que je considère comme très-réel, mais qui est trop faible pour que les craniologistes puissent s'en préoccuper sérieusement. Quant au crâne n° 2, les 2 grammes d'eau qu'il a absorbés n'ont modifié sa capacité que d'une quantité presque inappréciable, quoique ces 2 grammes représentent une proportion un peu plus forte que les 3 grammes absorbés par le numéro 1.

Les variations de l'état hygrométrique dans une salle de musée n'atteignent certainement pas l'étendue de celles que j'ai produites artificiellement en prenant trois crânes bien secs et en les faisant séjourner quatre jours dans la caisse humide. Les changements de capacité que j'ai constatés ne dépassent certainement pas 5 centimètres cubes, et restent par conséquent dans les limites de l'erreur que l'on est obligé d'accepter en craniométrie. Je pense donc que l'on peut procéder en tout temps à la détermination de la capacité du crâne, sans se préoccuper de l'état hygrométrique de l'atmosphère.

2° *Imitation de la rosée.* — Cette expérience a été faite sur les cinq crânes de l'ossuaire de Sainte-Marine, qui ont servi ensuite à notre première série d'expériences d'immersion (voir plus haut, p. 116).

Les cinq crânes, pesés et cubés le 21 décembre, ont été placés aussitôt après dans la caisse humide. Au bout de quarante-huit heures, on a introduit dans la caisse, à travers l'ouverture de la paroi, l'extrémité d'un appareil à pulvérisation, et on y a fait pénétrer 10 grammes d'eau pulvérisée. Les molécules d'eau se sont naturellement déposées sur les parois déjà humides, et sur tous les points de la surface des crânes; vingt-quatre heures plus tard on a renouvelé le cubage, après quoi les crânes ont été soumis à l'expérience d'immersion (voir l'expérience I).

Résultat de l'expérience :

EXP. VI. — *La caisse humide et l'eau pulvérisée.*

	Poids.				
	1	2	3	4	5
21 déc. Avant l'expér....	755gr.5	532	679	526	727
23 déc. Après 2 jours dans la caisse humide......	756.5	534.5	680.8	527	728
24 déc. 1 j. de plus dans la caisse humide avec 10gr d'eau pulvérisée..	757.5	535	682.5	530	730.5
Augmentation..........	2	3	3.5	4	2.5

	Capacité.				
	1	2	3	4	5
21 déc. Avant l'expér...	1343cc.50	1312.00	1631.25	1581.00	1425.00
23 déc. Après 2 jours dans la caisse humide	—	—	—	—	—
24 déc. 1 j. de plus dans la caisse humide avec 10gr d'eau pulvérisée..	1354.50	1317.00	1637.25	1591.75	1430.25
Augmentation	9.00	5.00	6.00	10.75	5.25

La quantité d'eau retenue par les crânes n'a pas été plus grande dans cette expérience que dans la précédente, et cependant la dilatation a été notablement plus forte. Il semble donc que l'action de l'eau en nature, apportée par la pulvérisation, soit plus intense ou du moins plus rapide que celle de la vapeur d'eau.

3° *Expérience dans la cave.*—Trois autres crânes de l'ossuaire de Sainte-Marine ont été pesés et cubés le 29 décembre 1873, et transportés aussitôt après dans une cave étroite et longue, très-humide, sans soupirail, située sous le pavillon D de l'École pratique (1). Ils ont été placés sur une tablette à 1 mètre au-dessus du sol de la cave; ils ne touchaient pas la muraille. Au bout de sept jours, ils ont été de nouveau pesés et cubés. Leur poids s'était accru d'une manière notable. Un nouvel accroissement de poids fut constaté six jours plus tard, c'est-à-dire au bout de treize jours. Mais, après trois jours de plus, c'est-à-dire au bout de seize jours, le poids avait au contraire légèrement diminué. Il est probable que les variations de l'humidité extérieure s'étaient fait sentir jusque dans la cave, puisque la dernière pesée

1. Cette cave, à vrai dire, a un soupirail ; mais il était complétement bouché par un grand amas de sable, déposé dans la cour, au pic 1 du mur.

avait révélé une légère décroissance, et que les poids du seizième jour ne différaient presque pas de ceux du septième jour. Mais ces oscillations mêmes prouvaient qu'un séjour plus prolongé dans la cave n'aurait pas augmenté sensiblement les effets de l'humidité. Les crânes furent donc reportés dans le laboratoire, et on les plaça sur une tablette près de la cheminée pour étudier les effets de l'évaporation.

EXP. VII. — *Humectation dans une cave humide.*

	Poids.			Capacité.		
Nos	1	2	3	1	2	3
29 déc. Avant l'expér.	gr. 489	680	618.50	cc. 1221.50	1384.50	1402
janvier. Après 7 j. de cave	505.50	697	627.50	1224.75	1394	1410.50
11 janv. Après 13 j. id.	508	702	630	1230	1406.50	1417
14 janv. Après 16 j. id.	506	698	629	1229	1406.50	1412.50
Augment. absolue...	17	18	10.50	7.50	22.00	10.50
Augment. en cent...	3.5 %	2.6 %	1.7 %	0.61 %	1.71 %	0.74 %
15 janv. Après 1 jour d'évaporation......	503	697	628	—	—	—
16 janv. Après 2 j. id..	499	693	626	1223.50	1388.25	1403
17 janv. Après 3 j id..	498	694	625	1220.75	1385	1402

Dans cette expérience, l'influence de l'air humide a été poussée aussi loin que possib.e; elle a produit une augmentation de capacité qui est très-notable, et qui dépasse certainement beaucoup, surtout pour le crâne n° 2, les limites de l'erreur permise; mais on remarquera en même temps que jamais l'humidité de l'air, dans une salle de musée, ne peut atteindre le degré qu'elle atteint dans une cave très-humide, ni même en approcher. On voit quelquefois, dans les moments où la température extérieure s'élève rapidement, dans les jours de dégel par exemple, apparaître dans l'intérieur des maisons une humidité intense qui se dépose et ruisselle sur les murs des pièces ouvertes et non chauffées, et qui se fait sentir même dans les pièces closes ; mais ces périodes, où les crânes de certains musées peuvent être exposés à des changements hygrométriques assez prononcés, sont toujours très-courtes, et on a vu, dans l'expérience de la caisse humide, que l'absorption de la vapeur d'eau par les crânes, même dans un milieu saturé, ne s'effectue qu'assez lentement. Je crois donc de ne rien exagérer en disant que les effets d'un séjour pro-

longé dans la cave sont trois ou quatre fois plus forts que ceux qui se produisent naturellement, aux diverses saisons, sur les crânes de nos musées; et je pense dès lors qu'on peut, sans aucune crainte, procéder en tout temps au cubage des crânes.

Il importe de comparer les résultats de cette expérience avec ceux des expériences d'immersion, au double point de vue des effets de l'humectation et des effets du desséchement par évaporation. Reprenons pour cela, sur le tableau de la première expérience d'immersion, les chiffres qui correspondent au 30 décembre, *après trois jours d'évaporation*. Ce jour-là, l'augmentation du poids des crânes, depuis le début, était à peu près la même que celle que présentaient, au sortir de la cave, les crânes de notre dernière expérience, et cependant les changements de capacité étaient bien différents dans les deux cas. C'est ce qu'on verra sur le petit tableau suivant.

Comparaison de l'expérience I (immersion) et de l'expérience VII (cave).

(Crânes immergés.)

	Poids.				Capacité.			
	Avant	Le 30	Augmentation		Avant	Le 30	Augmentation	
Nos	l'exp.	décemb.	absolue	en centièmes	l'exp.	décemb.	absolue	en centièmes
1	755.5	772	16.5	2.2 %	1343	1370	27	2.01 %
2	532	549	17	3.2	1312	1336	24	1.83
3	679	698	19	2.8	1631	1660	29	1.77
4	526	546	20	3.8	1581	1611	30	1.89
5	727	747	20	2.7	1425	1455	30	2.10

Crânes humectés à la cave.

	Avant	Au sortir de	Augmentation		Avant	Au sortir de	Augmentation	
Nos	l'exp.	la cave.	absolue	en centièmes	l'exp.	la cave.	absolue	en centièmes
1	489	506	17	3.5 %	1221.50	1229	7.5	0.61 %
2	680	698	18	2.6	1384.50	1406.50	22	1.71
3	618.5	629	10.5	1.7	1402	1412.50	10.5	0.74

Ainsi, quoique les quantités d'eau retenues par les parois osseuses fussent peu différentes dans les crânes sortant de la cave, et dans ceux qui avaient été immergés et exposés ensuite à l'évaporation pendant trois jours, les premiers étaient bien loin d'être aussi dilatés que les autres. Il faut faire une exception pour le numéro 2 des crânes de la cave, lequel avait gagné

presque autant que l'un des crânes immergés ; mais l'accroissement des crânes n° 1 et n° 3 n'était que le tiers environ de celui des crânes immergés, et il est digne de remarque que le numéro 1, qui était le moins dilaté, était précisément celui qui avait absorbé la plus forte proportion de vapeur d'eau.

La vapeur d'eau n'agit donc pas sur les crânes de la même manière que l'eau qui s'y imbibe en nature ; elle produit, toutes choses égales d'ailleurs, des effets beaucoup moins prononcés. Cela permet déjà de supposer que la dilatation n'est pas due purement et simplement à l'introduction de l'eau dans le tissu osseux, mais à un travail d'hydratation de la substance organique, travail qui s'effectue plus rapidement et plus complétement, lorsqu'il y a de l'eau en excès dans les pores de cette substance.

Ce qui confirme la distinction que nous croyons pouvoir établir entre l'imbibition et l'hydratation, c'est l'observation des phénomènes qui se manifestent dans la période de desséchement.

Après trois jours d'évaporation sur une tablette du laboratoire, les crânes venus de la cave conservaient encore plus de la moitié de l'eau qu'ils y avaient absorbée, tandis que leur capacité, au contraire, était redescendue au chiffre constaté avant l'expérience. C'est précisément l'inverse de ce qui s'est passé dans les expériences d'immersion, où nous avons vu l'augmentation de la capacité persister encore à un degré très-notable, alors que les crânes étaient à peu près revenus à leur poids primitif. Je rappelle qu'après vingt et un jours d'évaporation, les cinq crânes de la première expérience d'immersion (voir p. 116) ne retenaient plus que 5, 3, 2, 0 et 0 grammes d'eau, quoique leur capacité fût encore accrue de 13, 12, 15, 23 et 11 centimètres cubes.

Les crânes dilatés par la vapeur d'eau reviennent donc à leur volume antérieur avant d'avoir rendu à l'air toute l'humidité qu'ils lui ont empruntée, tandis que les crânes humectés par l'eau en nature restent dilatés longtemps après leur dessiccation. Le contraste est si grand, qu'on ne peut se refuser à admettre une différence entre le mode d'action de l'eau et celui de la vapeur d'eau.

On voit que l'étude des effets de l'humidité sur les crânes soulève des questions assez compliquées de physique et peut-être aussi de chimie. La solution de ces questions serait digne de l'attention des physiciens.

§ 6. — *Conclusion.*

1° La capacité des crânes varie beaucoup suivant l'état hygrométrique de leurs parois;

2° Les crânes exhumés d'un sol plus ou moins humide subissent en se desséchant une rétraction considérable, par suite de laquelle leur capacité peut diminuer de plus de 20 centimètres cubes. Cette rétraction est loin d'être achevée lorsque le poids des crânes paraît devenu à peu près stationnaire. Elle n'arrive à son terme et la capacité ne devient définitive que longtemps après l'exhumation;

3° Le cubage des crânes récemment exhumés donne des résultats tout à fait trompeurs, qui changent de jour en jour et qui ne peuvent servir à aucune comparaison. Les recherches comparatives sur la capacité des crânes ne sont valables que lorsque ces crânes sont exhumés depuis plusieurs mois;

4° Les crânes secs, plongés dans l'eau, subissent très-promptement une forte dilatation; cette dilatation peut aller jusqu'à 30 centimètres cubes. Les crânes artificiellement humectés se comportent comme les crânes extraits d'un sol humide, c'est-à-dire que leur rétraction marche beaucoup plus lentement que leur dessiccation;

5° La rapidité avec laquelle se rétractent les crânes humectés dans le sol ou par immersion, et la quantité de rétraction qu'ils subissent sont très-variables : ces variations, se produisant dans des conditions extérieures identiques, doivent être attribuées aux différences individuelles que présente la constitution des parois crâniennes et de leur tissu;

6° Les parois crâniennes sont hygrométriques, c'est-à-dire qu'elles absorbent la vapeur d'eau contenue dans l'air;

7° Les crânes secs, que l'on place dans un air saturé de vapeur d'eau, peuvent absorber à la longue une quantité d'eau qui représente de 3 à 4 pour 100 de leur poids. Cette quantité d'eau

s'est élevée dans un cas à 19 grammes, dans un autre cas à 22 grammes (Exp. VII, pesée du treizième jour);

8° En absorbant ainsi une certaine quantité de vapeur d'eau, les crânes subissent une dilatation très-notable ;

9° La dilatation produite par le séjour prolongé pendant seize jours dans une cave très-humide a pu s'élever dans un cas jusqu'à 22 centimètres cubes (Exp. VII, n° 2), dans les autres cas elle n'a pas atteint 11 centimètres cubes ;

10° Après quatre jours entiers de séjour dans un air saturé d'humidité, la quantité de vapeur d'eau absorbée n'a été que de 2, 3 et 4 grammes, et la dilatation correspondante n'a pas dépassé 5 centimètres cubes (Exp. V).

11° Les changements hygrométriques naturels, auxquels les crânes sont exposés dans une salle de musée, étant toujours bien inférieurs à ceux que l'on a provoqués dans l'expérience V, les erreurs qui pourraient en résulter sont inférieures à 5 centimètres cubes, et ne dépassent pas, par conséquent, les limites de l'erreur permise. On peut donc ne pas s'en préoccuper et procéder en toute saison au cubage des crânes.

ÉTUDES

SUR

LES PROPRIÉTÉS HYGROMÉTRIQUES DES CRANES

CONSIDÉRÉES DANS LEURS RAPPORTS AVEC LA CRANIOMÉTRIE

(*Revue d'anthropologie.* T. III, 1874, p. 385-446.)

---

§ 1. — *État de la question.*

Les questions que je me propose d'étudier dans ce travail intéressent surtout les craniologistes ; mais elles sont dignes aussi de l'attention des physiciens. Ceux-ci connaissent, depuis longtemps, les propriétés hygrométriques de certaines substances organiques, telles que la corne, la baleine ou les cheveux, et ils en ont tiré parti pour apprécier le degré d'humidité de l'air ; mais aucun d'eux, que je sache, ne s'est occupé des propriétés hygrométriques du tissu osseux. Ne trouvant dans leurs écrits aucune notion sur ce sujet spécial, j'ai dû instituer moi-même des expériences qui auraient certainement beaucoup gagné à être faites par un homme plus compétent. Entre mes mains, toutefois, elles ont eu l'avantage d'être presque toujours dirigées vers un but pratique, de sorte que, si j'ai le regret de laisser sans solution certaines questions théoriques, je crois du moins être en mesure de fournir aux craniologistes toutes les notions dont ils ont besoin pour la sécurité de leurs recherches.

M. Welcker a découvert, il y a quatorze ans, que les os en général, ceux du crâne en particulier, subissent des changements de forme et de volume lorsqu'on les plonge dans l'eau pendant quelques jours. Ses recherches ont été consignées dans un court chapitre de son important ouvrage sur *l'Accroissement et la structure du crâne humain,* publié en 1862 (1). Appelé, par

1. Hermann Welcker. *Ueber Wachsthum und Bau des menschlichen Schaedels*, Leipzig, 1862, 1 vol. in-folio, p. 27-29.

la nature de son travail, à comparer entre eux des crânes de nouveau-nés et d'enfants du premier âge, et voyant que ces crânes changeaient de forme et de volume en se desséchant — phénomène attribué jusqu'alors exclusivement au resserrement de la membrane des sutures — il fut conduit à se demander si l'influence de la dessiccation ne se faisait pas sentir aussi sur les os eux-mêmes, et non-seulement sur ceux des enfants, mais encore sur ceux des adultes.

En suivant cet ordre d'idées, il constata d'abord que les coupes horizontales du crâne donnent des résultats différents suivant qu'on les pratique à l'état frais ou après la dessiccation. Dans ce dernier cas, la calotte s'applique très-exactement sur la base du crâne, tandis que dans le premier cas la coaptation n'est presque jamais parfaite, surtout si les sujets sont encore jeunes. Cela prouve que la dessiccation modifie quelque peu la forme des os, et le changement de la forme implique nécessairement celui de certaines dimensions.

Pour s'en assurer directement, M. Welcker prit un certain nombre de crânes secs, pratiqua sur chacun d'eux une coupe soit horizontale, soit verticale, et plongea l'une des deux moitiés dans l'eau. Au bout de trois jours d'humectation, il compara la moitié sèche de chaque crâne avec la moitié humide, et trouva que toutes les dimensions de celle-ci s'étaient légèrement accrues. Les différences toutefois étaient tellement faibles, qu'elles auraient échappé aux procédés de mensuration ordinaire, car elles atteignaient rarement 1 millimètre, et se réduisaient quelquefois à 2 dixièmes de millimètre; mais, en faisant coïncider les surfaces des coupes, on pouvait apprécier les plus légers changements. M. Welcker trouva ainsi qu'au bout de trois jours d'immersion le diamètre longitudinal du crâne d'adulte s'accroissait en moyenne de 4 dixièmes de millimètre, le diamètre transversal de 7 dixièmes, et le diamètre vertical également de 7 dixièmes de millimètre.

Répétant la même expérience sur des crânes entiers qu'il mesurait avant et après l'immersion, il trouva des chiffres différentiels presque identiques avec les précédents. La mensuration ici était beaucoup plus difficile que dans le premier cas. L'auteur ne dit pas comment il l'a pratiquée; il a dû, je pense,

se servir d'instruments spéciaux, car tous ceux qui ont quelque habitude de la craniométrie savent qu'il est difficile de mesurer les diamètres d'un crâne entier avec une erreur de moins de 1 millimètre, et que les compas ordinaires ne peuvent, en aucun cas, accuser les dixièmes de millimètre.

Le fait que le diamètre longitudinal variait un peu moins que les deux autres sous l'influence de l'humectation, prouvait que la forme du crâne devait être quelque peu modifiée, que l'indice céphalique, par exemple, devait être un peu plus grand sur le crâne humecté que sur le crâne sec. Mais la différence, se réduisant à 1 ou 2 dixièmes d'unité, pouvait paraître sans importance.

L'auteur arriva donc à conclure que les changements produits sur les crânes d'adultes par cette cause étaient insignifiants, qu'en d'autres termes on pouvait procéder aux études craniométriques sans avoir à se préoccuper de l'état de sécheresse ou d'humidité des crânes. On verra plus loin que cette conclusion n'était pas fondée; l'immersion produit, sur les mesures linéaires, seules étudiées par M. Welcker, des changements beaucoup plus forts que ceux qu'il a indiqués, et capables d'introduire des erreurs sérieuses dans les résultats craniométriques; ce qui change surtout d'une manière surprenante, c'est la capacité du crâne, dont cet auteur ne s'est pas occupé; mais avant d'exposer mes recherches sur ce sujet, je désire signaler d'autres faits consignés par M. Welcker dans l'intéressant travail que j'analyse.

Ses études sur les crânes des nouveau-nés et des jeunes enfants lui montrèrent que ces crânes subissent, en se desséchant, une réduction de volume et une déformation considérables, qu'ils ne doivent par conséquent être étudiés qu'à l'état frais. C'est du reste la règle suivie depuis longtemps par les accoucheurs, qui, pour établir les indications de certaines opérations obstétricales, ont dû s'occuper de la détermination des diamètres du crâne du fœtus.

Après avoir ainsi étudié, chez l'adulte et chez l'enfant, les effets de l'humectation sur le crâne considéré dans son ensemble, M. Welcker étudia de la même manière les os isolés, ceux du crâne d'abord, puis ceux du tronc et des membres. Prenant des

os bien secs et les plongeant dans l'eau pendant trois jours, il vit leur forme changer et leurs dimensions s'accroître. Il vit par exemple la longueur du fémur augmenter de 1mm, 2, c'est-à-dire d'environ un tiers pour cent. L'allongement fut bien plus fort encore sur une côte, où deux marques distantes de 11mm,7 s'écartèrent de 1mm,1. L'auteur crut constater en outre que les courbures des os, tels que le fémur, les côtes et le maxillaire inférieur, augmentaient par la dessiccation et se redressaient par l'humectation. Enfin, le changement de forme du pariétal humecté fut rendu évident par la mensuration. Trois des bords de cet os s'étaient allongés, tandis que le quatrième bord s'était raccourci, ce qui ne pouvait s'expliquer que par un changement de courbure.

Tels furent les faits publiés en 1862 par M. Welcker. Ils n'obtinrent pas toute l'attention qu'ils méritaient, et j'ai lieu de croire qu'aucun auteur depuis lors ne s'est occupé de ce sujet. Il faut bien reconnaître d'ailleurs que les conclusions de M. Welcker n'étaient pas faites pour suggérer la moindre inquiétude aux craniologistes, car elles étaient négatives, si ce n'est pour les crânes des nouveau-nés et des jeunes enfants, crânes que l'on n'étudie presque jamais au moyen de la mensuration. Quant aux autres crânes, on les mesurait en toute sécurité, qu'ils fussent secs ou humides, les différences signalées par M. Welcker étant trop faibles pour influer sur des mesures que l'on relève seulement à 1 millimètre près. C'est pour cela sans doute que les craniologistes ont négligé comme inutile l'étude des changements hygrométriques des crânes.

Dans un mémoire communiqué le 22 janvier dernier à la Société d'anthropologie, j'ai dit comment j'ai été amené à reprendre l'étude de cette question. Déjà en 1864 mes recherches sur *l'indice cubique* des crânes (1) m'avaient permis de calculer quel devait être l'accroissement de capacité correspondant, pour un crâne de dimensions moyennes, à l'accroissement des trois diamètres constaté par M. Welcker sur les crânes immergés pendant trois jours. J'avais trouvé que, dans le cas assez probable

1. L'indice cubique est le rapport du produit des trois diamètres des crânes au double de leur capacité (voy. *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 1864, 1re série, t. V, p. 253-260) et P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I, p. 220.

où l'épaisseur des parois crâniennes resterait proportionnellement la même, la capacité devait être accrue de 18 à 19 centimètres cubes. Cette différence était assez sérieuse, mais c'était un maximum qui ne me paraissait pas pouvoir se réaliser dans la pratique, car les variations hygrométriques des crânes que l'on étudie sont inférieures à celles que l'on produit en immergeant pendant trois jours entiers des crânes bien secs. L'erreur qui pouvait résulter de l'influence de l'humidité me semblait donc devoir rester bien au-dessus du maximum que j'avais calculé, et il n'y avait guère lieu d'en tenir compte en présence des variations bien autrement graves qui résultaient de l'imperfection et de la diversité des procédés de cubage employés par les craniologistes. Mes études comparatives sur les procédés du plomb, du sable ou du mil m'avaient déjà montré, en effet, qu'il existait entre eux des écarts considérables qui pouvaient s'élever, pour un même crâne, jusqu'à 50 centimètres cubes, et qui, pour un même procédé appliqué par la même main, pouvaient atteindre ou dépasser 30 centimètres cubes. Les modifications que j'avais déjà fait subir au procédé du plomb, et spécialement celle qui consiste à compléter la jauge au moyen du bourrage, m'avaient permis, il est vrai, de ramener l'écart à des limites beaucoup plus étroites; mais mon mode opératoire n'était pas encore assez régularisé pour pouvoir être appliqué avec sécurité par d'autres mains que les miennes, et j'ignorais encore jusqu'à quel point mes résultats se rapprochaient de la capacité *absolue* des crânes que je mesurais.

Je jugeai donc que, dans l'état où se trouvait alors la *stéréométrie* du crâne (1), la question des variations hygrométriques n'était plus que secondaire, qu'il fallait l'ajourner jusqu'au moment où les procédés de cubage auraient acquis plus de fixité et plus d'exactitude.

A la suite de longues recherches sur les propriétés des masses granuleuses, sur les conditions qui en font varier le volume et sur la comparaison des diverses jauges avec la jauge au mercure, qui donne rigoureusement la capacité *absolue* du crâne, je suis

1. Stéréométrie, στερεομετρια, mot depuis longtemps francisé, et désignant la mesure des solides et des capacités.

parvenu à assurer la fixité du jaugeage et du cubage, et à combiner les dimensions des entonnoirs et des vases, de manière à rendre au plomb n° 8, dans les vases où on le mesure, un volume égal à la place qu'il occupait dans le crâne ; en d'autres termes, j'ai réussi à déterminer la capacité réelle, et, si je n'ai pu parvenir à donner à la jauge une fixité parfaite, j'ai pu du moins en réduire les écarts à 5 centimètres cubes. On trouvera l'exposé détaillé de ce nouveau procédé, et l'étude à la fois historique et critique de tous les autres procédés stéréométriques, dans un long mémoire *sur la mensuration de la capacité du crâne*, que j'ai communiqué à la Société d'anthropologie dans la séance du 16 mai 1872 (1).

L'écart de 5 centimètres cubes dont je viens de parler constitue ce que l'on peut appeler, en stéréométrie crânienne, *l'erreur permise*. Dans les recherches faites sur un même crâne, lorsqu'on veut apprécier de très-légères différences de capacité, on obtient une plus grande précision en prenant la moyenne de plusieurs cubages consécutifs. Les petites irrégularités qui résultent d'une légère distraction de l'opérateur, de la rapidité plus ou moins grande avec laquelle il manie le fuseau pendant le bourrage, se trouvent ainsi compensées, et les moyennes obtenues peuvent accuser, sinon avec une certitude absolue, du moins avec une grande probabilité, des différences de moins de 5 centimètres cubes.

Possédant ainsi un moyen d'investigation qui me permettait de constater avec une précision suffisante de faibles changements de capacité, je pus entreprendre des expériences pour apprécier l'influence de l'état hygrométrique des crânes sur les résultats stéréométriques. Mes premiers essais, faits aux mois d'avril et de mai 1872 me prouvèrent que les crânes secs, soumis à une immersion de vingt-quatre heures, pouvaient gagner de 30 à 40 centimètres cubes, et même jusqu'à 48 centimètres cubes. Ces résultats dépassaient de beaucoup mon attente. Je les indiquai sommairement à la fin de mon mémoire sur la capacité du crâne (2), me réservant d'étudier ultérieurement, d'une manière plus complète, les effets de l'hydratation des crânes.

1. *Mémoires de la Société d'anthropologie*, 2e série, t. I, fasc. I, p. 63-152. Paris, 1873, grand in-8° et plus haut dans ce volume p. 1.
2. *Loc. cit.*, p. 148-150 et dans ce volume p. 89-90.

C'est seulement au mois de décembre dernier que j'ai pu reprendre mes recherches sur ce sujet. La question de l'agrandissement des diamètres me paraissant résolue par les mensurations de M. Welcker, je m'attachaî exclusivement à celle des changements de capacité, dont il ne s'était pas occupé. J'étudiai successivement à ce point de vue l'influence de l'immersion, celle de l'humidité du sol sur des crânes récemment exhumés, et enfin celle de la vapeur d'eau contenue dans l'air d'une cave ou d'une caisse humide. Les résultats de ces recherches ont été consignés dans le travail que j'ai communiqué le 22 janvier dernier à la Société d'anthropologie, et dont je reproduits ici les conclusions :

1° La capacité des crânes varie beaucoup suivant l'état hygrométrique de leurs parois.

2° Les crânes exhumés d'un sol plus ou moins humide subissent en se desséchant une rétraction considérable, par suite de laquelle leur capacité peut diminuer de plus de 20 centimètres cubes. Cette rétraction est loin d'être achevée lorsque le poids des crânes paraît devenu à peu près stationnaire. Elle n'arrive à son terme, et la capacité ne devient définitive que longtemps après l'exhumation.

3° Le cubage des crânes récemment exhumés donne des résultats tout à fait trompeurs, qui changent de jour en jour et qui ne peuvent servir à aucune comparaison. Les recherches comparatives sur la capacité du crâne ne sont donc valables que lorsque les crânes sont exhumés depuis plusieurs mois.

4° Les crânes secs, plongés dans l'eau, subissent très-promptement une forte dilatation, qui peut aller jusqu'à 50 centimètres cubes. Les crânes ainsi humectés se comportent comme les crânes extraits d'un sol humide, c'est-à-dire que leur rétraction marche beaucoup plus lentement que leur dessiccation.

5° La rapidité avec laquelle se rétractent les crânes humectés dans le sol ou par immersion et la quantité de rétraction qu'ils subissent sont très-variables. Ces variations, se produisant dans des conditions extérieures identiques, doivent être attribuées aux différences individuelles que présente la constitution des parois crâniennes et de leur tissu.

6° Les parois crâniennes sont hygrométriques, c'est-à-dire qu'elles absorbent la vapeur d'eau contenue dans l'air.

7° Les crânes secs que l'on place dans un air saturé d'humidité peuvent absorber une quantité d'eau qui représente de 3 à 4 pour 100 de leur poids.

8° En absorbant ainsi une certaine quantité de vapeur d'eau, les crânes subissent une dilatation très-notable.

9° La dilatation produite par un séjour prolongé pendant seize jours dans une cave très-humide a pu s'élever dans un cas jusqu'à 22 centimètres cubes ; dans les autres cas elle n'a pas atteint 11 centimètres cubes.

10° Après quatre jours entiers de séjour dans un air saturé d'humidité, la quantité d'eau absorbée n'a été que de 2, 3 et 4 grammes, et la dilatation correspondante n'a pas dépassé 5 centimètres cubes.

11° Enfin, les changements hygrométriques naturels auxquels les crânes sont exposés dans une salle de musée, étant toujours bien inférieurs à ceux que l'on a provoqués dans les expériences, les erreurs qui pourraient en résulter sont inférieures à 5 centimètres cubes, et ne dépassent par conséquent pas les limites de l'erreur permise. On peut donc ne pas s'en préoccuper et procéder en toute saison au cubage des crânes.

Ces conclusions sont encore vraies dans leur ensemble. De nouvelles expériences m'ont appris, depuis, que la rétraction des crânes après l'exhumation peut aller jusqu'à 30 centimètres cubes, et que la dilatation des crânes immergés peut aller jusqu'à 74 centimètres cubes. J'ai reconnu, en outre, que mes premières expériences sur l'action de l'air humide étaient imparfaites ; que cet air n'était pas, comme je l'avais cru d'abord, saturé de vapeur d'eau, et que, dans un air réellement saturé, les effets hygrométriques sont bien supérieurs à ceux qui sont indiqués dans la 7e et la 10e conclusion. Mais quoique ces détails ne soient pas sans importance, ils laissent subsister les résultats généraux qui ont été formulés dans les conclusions de mon premier travail.

On voit, d'après ces conclusions, que je m'étais occupé uniquement de la question de capacité, tenant alors pour exacte les recherches de M. Welcker sur les changements des diamètres.

Toutefois je ne me dissimulais pas qu'il y avait bien loin de la dilatation de 30 à 50 centimètres cubes constatée directement par le cubage, à celle de 18 à 19 centimètres cubes que m'avaient fait pressentir mes calculs sur l'indice cubique, basés sur les chiffres de M. Welcker. Il me parut donc nécessaire de contrôler par de nouvelles expériences les chiffres de cet auteur. Et comme il ne suffit pas, dans les sciences, de constater des résultats bruts, comme il est toujours utile et souvent nécessaire de connaître autant que possible toutes les conditions des phénomènes que l'on étudie, je crus devoir élargir le champ de mes recherches et étudier d'une manière plus générale les propriétés hygrométriques du crâne et des autres parties du squelette.

Les résultats de ces nouvelles expériences sont consignés dans le présent mémoire.

§ 2. — *Procédés et instruments de recherches.*

Le *cubage* a été pratiqué suivant le procédé que j'ai décrit en détail dans mon mémoire sur la mensuration de la capacité du crâne.

Les *diamètres* et autres distances en ligne droite ont été mesurés à l'aide d'un instrument muni d'un vernier qui marque les dixièmes de millimètre. C'est une *glissière* ou compas à branches parallèles, semblable à celui qui sert à mesurer la face (1), si ce n'est qu'il est plus long et plus épais, que les deux branches pointues sont remplacées par des demi-cercles de 10 centimètres de diamètre, que les deux branches carrées sont longues de 10 centimètres, et que la gaîne du curseur, plus longue et percée d'une fenêtre graduée en vernier, se meut à frottement dur. J'ajoute que le zéro de la branche graduée en millimètres ne correspond pas au talon de l'instrument, afin que les indications puissent se lire sur le zéro du vernier.

Le maniement de ce compas est bien moins rapide que celui de la glissière ordinaire, parce que les deux pièces se meuvent

1. Le compas glissière pour les mesures faciales a été figuré à la fin de mon mémoire sur l'indice nasal (*Revue d'anthropologie*, 1872, t. I, p. 35) et plus loin dans ce même volume.

à frottement dur, disposition qui est nécessaire cependant pour maintenir le parallélisme absolu des branches. On doit se servir de préférence des branches rectilignes du compas, parce qu'elles sont plus massives et plus rigides ; chacune de ces branches est terminée par une coupe perpendiculaire, qui a la forme d'un carré. On applique l'un des angles de ce carré sur l'un des points de repère, et l'angle correspondant de l'autre branche est amené sur l'autre point de repère.

Les points de repère sont marqués sur le crâne au moyen de deux petites lignes à angle droit gravées au burin. On perce en outre, à l'aide d'un poinçon, un petit trou sur le point d'intersection de ces deux lignes. La même mesure prise, plusieurs fois de suite, donne alors des résultats identiques, qui ne varient pas même d'un dixième de millimètre.

Pour mesurer la distance de deux points qui ne peuvent être atteints par deux branches parallèles, on retourne le compas et on se sert des branches curvilignes ; mais les mesures que l'on prend ainsi sont un peu moins rigoureuses, et peuvent varier d'un dixième de millimètre.

On peut, à l'aide des branches parallèles, mesurer les diamètres maxima et en particulier le diamètre antéro-postérieur maximum. J'ai quelquefois pris cette mesure, mais elle est bien moins sûre que celle des diamètres fixés par des points de repère.

Au surplus on peut placer les points de repère de manière à obtenir un *diamètre transversal* très-peu différent du maximum. Le diamètre *basilo-bregmatique* remplace très-bien le *diamètre vertical*. Enfin la ligne glabello-occipitale, allant de la partie supérieure de la glabelle à un point marqué sur la convexité de l'écaille occipitale, donne une idée très-suffisante du diamètre antéro-postérieur maximum.

La mensuration des *courbes du crâne* ne saurait atteindre le même degré de précision que celle des diamètres. Les rubans métriques doivent toujours, au commencement de chaque expérience, être vérifiés sur le mètre étalon, en cuivre rigide. Ces rubans qui, pour être très-flexibles, doivent être en fil, ne sont gradués qu'en centimètres ; les fractions de centimètre sont mesurées au vernier. Mais les mètres flexibles sont toujours un

peu élastiques ; il faut avoir le plus grand soin de les appliquer sur la courbe à mesurer, sans aucun tiraillement.

Afin que la position du ruban soit invariable, on trace d'abord la ligne avec un crayon, puis de distance en distance on grave au burin ce trait de crayon, pour le rendre ineffaçable.

Grâce à toutes ces précautions, on peut parvenir à mesurer les courbes à un demi-millimètre près. Mais l'approximation ne peut être poussée plus loin. Au surplus, on peut atténuer cet inconvénient en ne mesurant que les longues courbes. J'en ai mesuré deux, savoir : la *courbe médiane occipito-frontale*, de la racine du nez à l'opisthion (ou bord postérieur du trou occipital), et la circonférence horizontale, que tout le monde connaît.

Le *degré de courbure des surfaces* se détermine à l'aide d'un instrument usité dans les ateliers où l'on fabrique des roues grandes ou petites. C'est une sorte de glissière qu'on a désignée sous le nom de *compas logarithmique*, parce que les divisions de l'échelle vont en décroissant à peu près comme celles de la règle à calcul. Celle-ci est en effet basée sur les propriétés des logarithmes, mais les divisions du prétendu compas logarithmique sont d'une tout autre nature. Elles indiquent le rayon d'un arc de cercle sur lequel s'applique tangentiellement la branche transversale de la glissière, pendant que l'extrémité de ses deux branches perpendiculaires vient reposer sur la convexité de l'arc. Le rayon suffisant pour caractériser un cercle, on peut donner à cet instrument le nom de *cyclomètre*, plus compréhensible et surtout plus exact que l'autre.

Quoique les courbures des os du crâne et celles des autres os, tels que les côtes, ne soient jamais circulaires, on peut les apprécier en mesurant le rayon de courbure de leur cercle osculateur. Il suffit pour cela de ne considérer qu'une très-petite partie de la courbe, et d'y appliquer le cyclomètre comme sur un cercle ; mais les cyclomètres ordinaires ont des branches trop longues pour cet usage. J'ai donc fait construire un cyclomètre dont les branches perpendiculaires n'ont que 5 millimètres de long sur l'un des bords de la branche transversale, et seulement 1 millimètre de long sur le bord opposé. La branche transversale porte deux graduations placées sur ses deux faces, et correspondant respectivement aux branches de 5 et de 1 millimètre. Lorsque

la courbe est très-rapide, on se sert des branches de 5 millimètres; lorsqu'elle est moins rapide, on se sert des branches de 1 millimètre.

Le cyclomètre sert surtout à déterminer les changements de courbure des côtes et des mâchoires; il sert en outre à constater que les courbures des os du crâne changent très-peu sous l'influence de l'humidité. Cet instrument, que j'ai fait construire dans un but spécial, peut être utilisé en craniologie pour évaluer le degré de courbure des diverses parties du crâne.

Je dois mentionner encore les appareils dont je me suis servi pour faire varier le degré d'humidité des os soumis à mes expériences.

Pour obtenir la dessiccation complète, j'ai placé les os dans une *étuve à gaz*, réglée pour une température de 58 à 62 degrés centigrades, et dont la chambre peut contenir deux crânes à la fois. Une fissure ménagée dans la partie supérieure de la porte laisse échapper la vapeur d'eau à mesure qu'elle se dégage. Lorsque deux pesées pratiquées à quatre heures d'intervalle donnent des résultats identiques à 10 centigrammes près, le crâne peut être considéré comme entièrement desséché. S'il ne l'est pas absolument, il l'est du moins assez pour le but de l'expérience.

J'appelle *desséchés* les crânes parvenus à cet état, et simplement *crânes secs* ceux qui se sont desséchés naturellement à l'air libre.

La proportion de matières terreuses et de matières organiques s'obtient par la calcination prolongée pendant vingt-quatre heures dans *un moufle chauffé au gaz*.

La *cloche à mercure* est une cloche en verre à peine plus grande que le crâne qu'on y place. On la retourne sur un plat rempli de mercure. L'état hygrométrique d'un crâne ainsi confiné reste absolument stationnaire lorsque le crâne est desséché, et ne varie pas sensiblement lorsque le crâne est plus ou moins humide. La cloche à mercure sert particulièrement à constater que les changements de température n'exercent par eux-mêmes aucune influence appréciable sur les dimensions des os, qu'ils n'agissent qu'en faisant varier leur état hygrométrique.

L'immersion se fait dans une *cuve* quelconque. Les crânes

immergés entraînent avec eux une grande quantité d'eau en excès retenue dans les cellules du tissu spongieux, remplissant les sinus, mouillant les surfaces. Cette eau en excès, qui ne restera pas imbibée dans le tissu osseux, doit s'égoutter avant tout examen; mais si l'on se borne à placer le crâne à l'air libre, en même temps que l'eau simplement infiltrée s'écoule, la surface extérieure du crâne laisse évaporer une partie de l'eau réellement imbibée. L'égouttement doit donc se faire dans un milieu où l'évaporation soit rendue impossible. C'est à cet usage qu'est destinée la *caisse humide*.

Dans mes premières expériences je me servais d'une grande caisse en bois blanc, dont les parois étaient humectées chaque jour par une douche, et au fond de laquelle je plaçais des étoupes mouillées. Les crânes y reposaient sur un gril et ne touchaient pas le fond. Mais le couvercle n'était pas hermétique; les parois trop minces laissaient évaporer l'eau trop facilement, et j'ai reconnu, à l'aide de l'hygromètre, qu'au bout de quelques heures déjà l'air enfermé dans la caisse descendait à 2 où 3 degrés au-dessous de la saturation; qu'il pouvait même, au bout de vingt-quatre heures, ne marquer que 95 degrés.

J'ai donc fait construire une autre caisse humide, moins grande, mais pouvant encore recevoir aisément trois crânes, et un peu plus longue que les plus longs fémurs. Les parois sont en bois très-épais, et unies par des assemblages étanches; elles sont tapissées par un feutre très-épais, tendu au-devant d'elles, mais ne les touchant pas, et donnant ainsi à l'évaporation une double surface. Le couvercle, également tapissé de feutre et doublé sur ses bords d'une épaisse lame de caoutchouc, se serre solidement avec des courroies. Enfin le fond de la caisse est occupé par une grande cuvette plate et pleine d'eau où plongent les pieds du gril qui supporte les crânes. Lorsqu'on a complétement humecté les feutres à l'aide d'un jet d'eau, un hygromètre à cheveu placé dans la caisse bien fermée ne cesse pas, pendant trois jours de suite, de marquer 100 degrés. Néanmoins il est préférable de renouveler le jet d'eau chaque jour, en retirant les os pendant quelques instants.

Un crâne placé dans la caisse humide au sortir du bain, perd par égouttement une notable quantité d'eau pendant la première

journée ; il perd encore quelques grammes le jour suivant, après quoi son poids ne change plus.

Mais un crâne sec, et à plus forte raison un crâne desséché, absorbe dans la caisse humide une quantité d'eau qui finit à la longue par devenir considérable.

Dans cette nouvelle caisse humide, les phénomènes d'absorption sont beaucoup plus rapides qu'ils ne l'étaient dans la première. Celle-ci, il est vrai, a été employée dans une saison plus froide, où l'évaporation de l'eau était plus faible et plus lente. Les crânes qu'on y plaçait à l'état sec ne s'y hydrataient pas plus que dans une cave, tandis que, dans la nouvelle caisse humide, l'hydratation est beaucoup plus forte que dans la cave la plus humide.

Les expériences consignées dans le mémoire que j'ai communiqué au mois de janvier à la Société d'anthropologie avaient été faites soit à la cave, soit dans l'ancienne caisse humide. On comprendra ainsi pourquoi les expériences actuelles, faites dans la nouvelle caisse humide ont donné, en ce qui concerne l'action de la vapeur d'eau sur les crânes, des résultats beaucoup plus prononcés.

J'ai fait marcher de front dans mes expériences l'étude de la quantité d'eau absorbée ou exhalée, celle des changements de forme ou de dimension des os, et celle des changements de capacité. Ces divers résultats sont inscrits parallèlement sur les tableaux d'expériences consignés à la fin du mémoire, mais il est utile de les étudier séparément avant de les comparer entre eux. J'aurai donc à mentionner chaque crâne et chaque pièce à plusieurs reprises. Pour éviter d'en indiquer chaque fois la provenance, j'en ai donné le catalogue en tête des tableaux d'expérience, en indiquant, à côté de leurs numéros d'ordre, les numéros qu'ils portent dans les diverses séries du musée du laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études. Mais il ne sera pas inutile de donner ici quelques renseignements de plus sur l'origine de ces crânes.

Les neuf premiers proviennent de l'ossuaire de l'ancienne église de Sainte-Marine, dans la Cité (1). En 1865, pour prépare

1. L'église Sainte-Marine avait dans le vieux Paris une spécialité singulière C'était là qu'on régularisait les unions illégitimes et qu'on reconnaissait le enfants nés avant le mariage.

l'emplacement du nouvel Hôtel-Dieu, on démolit cette vieille église qui, depuis au moins un siècle et demi, ne servait plus au culte et était transformée en maison d'habitation. En abattant l'une des membrures de l'ogive, on ouvrit une grande cellule, sorte de grenier concave, clos de toutes parts et entièrement rempli d'ossements. Confinés depuis 150 ans au moins dans ce réduit oublié, à une hauteur de 8 ou 10 mètres au-dessus du sol, ces ossements étaient parfaitement conservés et aussi secs que possible. Depuis lors ils ont été constamment tenus à l'abri de l'humidité. Ils convenaient donc parfaitement pour mes expériences.

Celui de ces crânes qui est inscrit le premier, porte dans le laboratoire le nom de *crâne étalon*. C'est un crâne de vieillard, complétement éburné et dont toutes les sutures sont entièrement soudées. Sa solidité exceptionnelle l'a fait choisir pour le jaugeage au mercure et pour l'étude comparative des divers procédés de cubage. Il m'a servi à apprécier les propriétés hygrométriques des crânes éburnés.

Les numéros 2 à 6 ont toutes leurs sutures plus ou moins soudées, tandis que les numéros 7 à 9 ont toutes leurs sutures libres; ces deux groupes, étudiés comparativement, m'ont servi à constater que la soudure des sutures n'exerce pas d'influence sur la dilatation des crânes par l'humidité.

Les numéros 10 et 11 proviennent du petit ossuaire de l'église Saint-Pierre aux Bœufs, dans la Cité. Ils ont également été découverts en 1865, pendant les fouilles du nouvel Hôtel-Dieu.

Les numéros 13 à 18 proviennent de l'ancien cimetière de l'Ouest. Ils ont été inhumés de 1788 à 1825, exhumés en 1861 et conservés depuis lors à l'abri de l'humidité.

Les numéros 19 à 22 font partie d'une belle série de crânes extraits en novembre 1873 du cimetière de Zaandam (Hollande), par les soins de mon savant collaborateur M. le docteur Sasse. Emballés très-peu de temps après l'exhumation et encore très-humides, ils ont été expédiés d'abord à Anvers, d'où ils sont repartis le 4 décembre pour arriver le 19 décembre à Paris. Déballés le jour même, ils étaient encore un peu humides; la terre qui les souillait était mollasse et la paille de l'emballage, à leur contact, avait absorbé beaucoup d'eau. Ces crânes furent

exposés dans un grenier mal clos, sur une grande table; le 22 décembre ils furent trouvés assez secs pour être nettoyés et mis dans les rayons, en restant toujours au grenier. Le 28 décembre, quatre de ces crânes furent pesés, cubés, puis reportés au grenier ; ils furent étudiés pour la seconde fois le 17 janvier. Le 15 mars, ils furent installés dans le musée, et soustraits dès lors en grande partie aux changements hygrométriques auxquels ils étaient exposés dans le grenier. Ces crânes ont servi à étudier la rétraction qui se produit par suite de la dessiccation naturelle dans les crânes exhumés depuis peu.

Les numéros 23 à 26 proviennent du sol très-humide du cimetière de la commune de Puiseux-lès-Louvres (Seine-et-Oise). En 1866, une partie de ce cimetière fut défrichée, et les ossements, déjà anciens, qu'on exhuma furent enfouis pêle-mêle dans un coin. Le 10 avril, une fouille pratiquée, par les soins de M. Fouquet, sur cet ossuaire souterrain, fournit un certain nombre de crânes qui furent emballés dans la soirée du 10, et qui arrivèrent le 13 au laboratoire. Quatre d'entre eux furent déballés le soir même, nettoyés *intus et extra*, puis pesés, cubés et enfin déposés sur une tablette du laboratoire, et les changements qu'ils subirent en se desséchant furent constatés à diverses reprises.

Les numéros 27 et 28 proviennent des grottes sépulcrales artificielles des environs de Baye (Marne), grottes étudiées avec tant de succès par M. Joseph de Baye. Ces grottes spacieuses, creusées dans un calcaire très-tendre et très-sec, sur le penchant des coteaux, datent de l'époque de la pierre polie. On y déposait purement et simplement les corps sans les recouvrir de terre. Leurs entrées, très-étroites, étaient entièrement obstruées et dissimulées par d'épaisses couches de terre, de sorte que l'air (ou plutôt le gaz) intérieur y était confiné depuis un grand nombre de siècles. Les crânes, à peine recouverts ou même seulement saupoudrés d'une faible couche de poussière blanche, tombée de la voûte, étaient dans un état de conservation merveilleux, qu'explique la parfaite sécheresse du sol et des parois. Ils avaient néanmoins perdu une assez grande partie de leur matière organique et ils ont pu servir à chercher jusqu'à quel point les propriétés hygrométriques des os dépendent de leur composition chimique.

Le numéro 29, au contraire, est un crâne tout récent; il fait partie d'une riche collection de crânes préparée l'année dernière, par macération, à l'hôpital de Bucharest et donnée au musée du laboratoire par le prince Cantacuzène. Ce crâne est, parmi ceux qui ont servi à mes expériences, le seul qui ait été préparé artificiellement, par le procédé des ostéologistes. Il était intéressant de comparer ses propriétés hygrométriques avec celles des autres crânes, que la putréfaction naturelle et un séjour prolongé dans le sol ou dans des sépultures avaient exposés à diverses altérations chimiques.

Les numéros 30, 31 et 32 ont servi à étudier les changements hygrométriques qui se produisent naturellement dans un musée. Le numéro 30 provient de la caverne sépulcrale de l'Homme-Mort (Lozère) et date des commencements de l'époque de la pierre polie. Le numéro 31 provient d'un ossuaire ancien, voûté, mais largement ouvert et exposé au soleil des tropiques sur le penchant méridional de l'île d'Éléphantine. Le numéro 32, enfin, provient d'une caverne sépulcrale des îles Canaries. Ces trois crânes, parfaitement conservés, sont au nombre des plus secs que l'on puisse trouver.

Les pièces suivantes sont des os étrangers au crâne. Le numéro 33 est le fémur d'une négresse morte l'année dernière à Paris. Cet os a été préparé par macération. Le numéro 34 est un fémur de l'ossuaire de Saint-Jean-de-Luz; les numéros 35 à 38 proviennent de la caverne de l'Homme-Mort; le numéro 39 est la mâchoire inférieure du crâne numéro 29, préparée par macération. Et enfin le numéro 40, traité par la calcination, provient du cimetière de Saint-Marcel à Paris, et date du huitième siècle environ.

§ 3. — *De l'influence de l'état hygrométrique du tissu osseux sur le poids des crânes et des os en général. — Effets de la dessiccation et de l'humectation.*

La substance des os est très-hygrométrique. Les os les plus secs retiennent encore une forte proportion d'eau. On ne peut les en dépouiller que par des moyens physiques ou chimiques qui s'écartent entièrement des conditions naturelles, et lorsqu'en-

suite on les abandonne à l'air libre, en été comme en hiver, ils absorbent la vapeur atmosphérique avec une rapidité surprenante.

Pour apprécier la quantité d'eau contenue dans un os, le moyen le plus commode consiste à obtenir l'évaporation au moyen de la chaleur, et comme on pourrait craindre qu'une trop forte élévation de température ne produisît des lésions de tissu ou même des altérations chimiques, il est bon de placer les os dans une étuve réglée à une température de 60 degrés environ.

Dans ces conditions, l'évaporation marche d'abord très-vite. Au bout d'une demi-heure, un crâne a en général perdu de 6 à 8 grammes; au bout de trois heures, 15 à 20 grammes; mais à mesure que la quantité d'eau diminue, la résistance à l'évaporation s'accroît. Au bout de vingt-quatre heures, la dessiccation est presque achevée; toutefois quelques grammes d'eau, en général 5 à 6 grammes, s'évaporent encore dans la seconde journée et parfois même dans la troisième. Le crâne est considéré comme *desséché* lorsque deux pesées pratiquées à quatre heures d'intervalle ne donnent plus de différence appréciable sur une balance qui, il est vrai, ne révèle pas de différence de moins de 10 centigrammes. On pourrait encore sans doute pousser un peu plus loin la dessiccation au moyen du vide; mais cela ne m'a pas paru nécessaire pour le but que je me proposais.

Certains crânes sont déjà desséchés au bout de trente-six heures; d'autres ont dû passer jusqu'à soixante heures à l'étuve avant d'arriver à un poids stationnaire.

Les crânes qui ont été préalablement humectés par des moyens artificiels se dessèchent presque aussi vite que les autres. Au bout de cinq ou six heures ils ont rendu toute l'eau qu'on leur avait ajoutée; après quoi ils se comportent comme des crânes ordinaires.

Au sortir de l'étuve, leur aspect n'est pas sensiblement changé; mais leur tissu est extrêmement dur, et lorsqu'on les heurte ils rendent un son comparable à celui d'un vase en terre cuite. Si alors on les plonge dans l'eau pendant quelques secondes, il se produit une crépitation et des fendillements qui continuent ensuite à l'air libre pendant plusieurs minutes. Mais rien de pareil n'a lieu lorsqu'on laisse le crâne à l'air ou dans la caisse humide.

Le tableau de l'expérience X montre les effets produits par la dessiccation à l'étuve sur 7 crânes. La diminution de poids a été au minimum de 38gr,5, au maximum de 57 grammes. En centièmes, elle a varié entre 6.61 pour 100 et 8.12 pour 100. Ce premier résultat a de beaucoup dépassé mes prévisions.

L'humectation artificielle donne des résultats non moins dignes d'attention. Les crânes ne doivent pas être pesés au sortir du bain; il faut, comme on l'a vu plus haut, laisser égoutter l'eau d'infiltration dans la caisse humide pendant une journée. Lorsqu'on est pressé, on peut, au bout d'une ou de deux heures d'égouttement naturel, provoquer un égouttement plus fort en agitant le crâne vers le sol comme un panier à salade, puis l'essuyer avec un linge, et le sécher intérieurement en y agitant du plomb; mais l'égouttement dans la caisse humide donne des résultats beaucoup plus sûrs.

Un crâne immergé deux secondes seulement avait, après vingt-quatre heures d'égouttement, un excédant de poids de 56gr,5; un autre, immergé une minute, avait gagné 70 grammes. Ces deux crânes ne figurent pas sur mes tableaux. Le numéro 17 (exp. VI) a gagné 81 grammes après cinq minutes d'immersion; sur deux crânes immergés 40 minutes, le poids s'est accru de 87 et de 90 grammes (n° 7, exp. V, et n° 16, exp. XII). Ce dernier crâne, réimmergé vingt-quatre heures, ne gagna que 3gr,5 de plus. L'immersion, prolongée ensuite pendant plusieurs jours, ajouta 4 grammes pendant la seconde journée, 10 autres pendant la troisième, 4 pendant la quatrième, et rien pendant la cinquième. L'immersion avait duré en tout cent douze heures et avait augmenté le poids du crâne de 107 grammes depuis le début.

Ces résultats, au surplus, sont très-variables suivant les crânes. On vient de voir que, dans un cas, l'accroissement, pour une immersion de quarante minutes, est allé à 90 grammes. Sur le numéro 18 (exp. IV), quatre heures d'immersion n'ont ajouté que 60 grammes au poids primitif.

Après vingt-quatre heures d'immersion, un crâne (n° 4, exp. I) n'a gagné que 71 grammes, tandis que le numéro 6 de la même expérience en avait gagné 107. D'autres crânes ont gagné 95, 98 et 101 grammes.

Après quarante-huit heures d'immersion, l'augmentation a été de 78 grammes sur le numéro 3 (exp. I) et de 110 grammes sur le numéro 6 (exp. I).

Deux crânes ont été immergés trois jours entiers. L'un d'eux (n° 14 de l'exp. II) n'avait retenu que 48 grammes d'eau, constituant un accroissement proportionnel de 10.9 pour 100, qui paraîtra bien faible si l'on songe que dans l'expérience VI le crâne n° 17, après cinq minutes seulement d'immersion et un jour d'égouttement, retenait 78 grammes d'eau, formant 11.50 pour 100 de son poids primitif. Le second crâne qui a été immergé trois jours est le numéro 15 de l'expérience II. Son poids n'avait pas gagné moins de 163 grammes; cet accroissement, s'élevant à 22 pour 100 du poids primitif, est de beaucoup le plus fort que j'aie constaté; dans aucun autre cas, la quantité d'eau absorbée dans le bain n'a dépassé le chiffre de 107 grammes et la proportion de 19 pour 100. Ces résultats montrent combien la capacité hygrométrique des crânes est variable.

Après avoir étudié successivement les effets de la dessiccation et ceux de l'humectation, il est intéressant de les rapprocher pour apprécier toute l'étendue des changements hygrométriques que peut subir la substance des os du crâne.

Le tableau de l'expérience X montre les résultats comparatifs de l'humectation complète et de la dessiccation complète. Les sept crânes réunis dans ce tableau ont servi à d'autres observations consignées dans les autres tableaux. La différence entre le maximum de poids et le minimum a varié entre 118^{gr},5 et 159 grammes. Le chiffre proportionnel a varié entre 20 pour 100 et 26.72 pour 100 du poids constaté avant les expériences. Lorsque les tableaux ont été dressés, le crâne numéro 15 de l'expérience II n'avait pas encore été soumis à la dessiccation; il l'a été depuis, et son poids, que l'humectation avait porté de 741 à 904 grammes, est descendu, après deux jours d'étuve, à 696 grammes; la différence est donc de 208 grammes, représentant 28.07 pour 100 du poids primitif.

J'appellerai *coefficient hygrométrique* des crânes le rapport centésimal de leur poids primitif au chiffre C-B, qui exprime, dans l'expérience X, la différence entre le poids maximum après humectation, et le poids minimum après dessiccation à l'étuve.

On vient de voir que, sur les sept crânes de cette expérience le coefficient hygrométrique a varié entre 20 et 26.72 pour 100. Le minimum de 20 pour 100 a été constaté sur le crâne n° 29, le seul de la série qui soit tout à fait récent, et qui ait été préparé par macération. Mais il ne faut pas en conclure que le coefficient soit influencé par le degré d'ancienneté des crânes, car les numéros 27 et 28, qui sont de beaucoup les plus anciens, et qui datent de l'époque de la pierre polie, ont donné à la fois le coefficient le plus faible (21.81) et le coefficient le plus fort (26.62) ; et le fait que ces deux crânes contemporains et provenant de la même caverne, diffèrent plus entre eux qu'ils ne diffèrent des crânes des sépultures parisiennes, prouve que le coefficient hygrométrique dépend avant tout des conditions individuelles, qui font varier considérablement la densité des os et qui font aussi varier quelque peu leur composition chimique.

Il n'est pas sans intérêt de comparer les propriétés hygrométriques des os du crâne avec celles des autres os.

Dans l'expérience XXI, trois fémurs ont été pesés après un jour d'immersion, puis replongés dans l'eau, et examinés à plusieurs reprises pendant les jours suivants. Leur poids n'a cessé de s'accroître qu'après sept jours entiers d'immersion. Ces os, sous ce rapport, diffèrent beaucoup des crânes, qui, comme on l'a vu plus haut, se saturent beaucoup plus promptement. La différence doit être attribuée, selon toutes probabilités, à la densité du tissu compacte qui constitue exclusivement le corps des fémurs, et qui ne forme, dans les os du crâne, que des couches relativement minces. Le tissu compacte, étant très-peu poreux, oppose à l'imbibition de l'eau une résistance très-grande, qui retarde beaucoup l'hydratation.

Sur le fémur n° 35, qui date de l'époque de la pierre polie, et dont le poids spécifique est très-faible, la quantité d'eau absorbée a été énorme, et s'est élevée, au bout de sept jours d'immersion, à 53.25 pour 100; mais les neuf dixièmes de cet accroissement étaient déjà acquis au bout de la première journée d'immersion.

Sur le numéro 34, qui provient de l'ossuaire de Saint-Jean de Luz, et qui date seulement du quinzième siècle, l'accroissement n'était que de 7.45 pour 100 au bout d'un jour, et il a doublé pendant les six jours suivants.

L'hydratation a donc été beaucoup moindre que dans le premier cas, et surtout elle a marché beaucoup plus lentement.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable, c'est la longue résistance que le fémur n° 33 a opposée à l'imbibition de l'eau. Cet os, provenant d'une négresse morte à Paris l'année dernière, a été préparé dans la cuve à macération et n'a pas subi les altérations qu'amène un séjour prolongé dans le sol. Plus dense que les deux autres fémurs, il n'a absorbé dans la première journée d'immersion que 4.94 pour 100 d'eau ; l'imbibition sans doute s'était faite presque exclusivement dans le tissu spongieux des épiphyses ; elle n'avait pas encore gagné le tissu compacte de la diaphyse; mais à la longue celui-ci s'est imbibé à son tour, et au bout de sept jours l'accroissement de poids avait sextuplé, et atteignait le chiffre de 29.24 pour 100.

Les expériences XXII et XXIII montrent les effets de l'imbibition sur deux côtes et deux mâchoires inférieures. Ces os n'ont été immergés que vingt-quatre heures. Les deux côtes, provenant de la caverne de l'Homme-Mort (pierre polie), ont gagné l'une 12.82 pour 100, l'autre seulement 5 pour 100. L'une des mâchoires, provenant de la même caverne, a gagné 10.80 pour 100. La seconde (n° 39) n'a gagné que 8.82 pour 100 ; mais cet os, préparé l'année dernière par macération, était beaucoup plus dense que l'autre, et aurait sans doute absorbé une plus grande quantité d'eau si l'immersion avait duré plus longtemps.

Ce dernier os a ensuite été soumis à la dessiccation dans l'étuve ; son poids, que l'immersion avait porté de 68 grammes à 74 grammes, est descendu, après soixante heures d'étuve, à 61 grammes, ce qui donne un écart total de 13 grammes, et un coefficient hygrométrique de 19.11 pour 100.

En résumé, parmi les causes qui exercent le plus d'influence sur le phénomène de l'hydratation des os soumis à l'immersion, il en est deux qui ne semblent pas douteuses. Ce sont : 1° la structure plus ou moins dense de leur tissu, le tissu compacte s'hydratant plus lentement que le tissu spongieux ; 2° la nature des agents qui les ont dépouillés de leurs parties molles, les os qui ont été préparés par macération étant moins hygrométriques que ceux qui ont été préparés naturellement dans le sol des sépultures. Mais ces deux causes sont loin d'expliquer tous les faits

qui précèdent; et il faut nécessairement admettre que les différences des propriétés hygrométriques des os dépendent en grande partie des conditions qui font varier, suivant les âges et suivant les constitutions, la composition chimique des substances osseuses.

Je n'ai parlé jusqu'ici que des effets de l'immersion. Il suffit de les analyser pour se convaincre que les os sont des corps réellement hygrométriques, c'est-à-dire capables non-seulement d'absorber, mais encore de *retenir* l'eau qui vient les mouiller. Toutefois, on peut se demander si cette eau est réellement combinée avec leur tissu, si elle ne serait pas simplement infiltrée dans leurs pores et dans leurs cavités microscopiques. La vraie preuve de leurs propriétés hygrométriques nous sera fournie par l'étude des effets de l'air humide.

Les expériences VII et VIII, déjà publiées dans mon mémoire du mois de janvier dernier, avaient prouvé que les crânes ont la propriété d'absorber la vapeur d'eau répandue dans l'air. Après quatre jours de séjour dans l'ancienne caisse humide, les crânes de l'expérience VIII avaient absorbé de 2 à 4 grammes d'eau, et ceux de l'expérience VII, après avoir passé seize jours entiers dans une cave très-humide, pesaient de 10 à 18 grammes de plus qu'auparavant; l'expérience n'avait pas été poussée plus loin, parce que le poids des crânes, au lieu de continuer à croître dans les trois derniers jours, avait au contraire subi une légère diminution (l'air extérieur, pendant les jours précédents, était devenu plus sec, et les effets de ce changement s'étaient fait sentir jusque dans la cave). J'en avais conclu, et je pense, avec raison, que les crânes étaient à peu près parvenus à la limite de l'hydratation qu'ils pouvaient subir dans ce milieu.

Mais, dans la cave la plus humide, l'air n'est jamais entièrement saturé de vapeur. Je ne connaissais donc pas la limite réelle de l'hydratation des crânes par la vapeur d'eau, et j'étais loin de m'attendre aux résultats que m'a fournis l'expérience IX.

Cette fois, deux crânes naturellement secs ont été placés dans la nouvelle caisse humide, où l'hygromètre à cheveu marque constamment 100 degrés. Ils ont été pesés presque tous les jours, et c'est seulement au bout de quatorze et de dix-sept jours que leur poids est devenu stationnaire. Ces crânes n'ont jamais

touché les parois de la caisse, jamais une goutte d'eau en nature ne les a mouillés. Au bout d'un jour ils avaient gagné 7 grammes et 8gr,80 ; au bout de quatre jours, 15gr,30 et 18gr,30 ; au bout de neuf jours, 23gr,50 et 23gr,80 ; enfin, au bout de dix-huit jours, parvenus à un poids stationnaire, ils avaient absorbé 33gr,20 et 28gr,60 d'eau, représentant 4.77 et 5.26 pour 100 de leur poids primitif.

Soumis alors à l'immersion, ils ont retenu une quantité d'eau beaucoup plus grande, s'élevant à 15.32 pour 100 pour l'un et à 14.04 pour 100 pour l'autre. Ces chiffres ne diffèrent pas de ceux que donne l'immersion pure et simple, mais il est important de constater que les crânes peuvent absorber dans un air saturé de vapeur d'eau plus du tiers de la quantité d'eau dont ils s'imprégnent dans un bain.

Les os du crâne sont donc des corps très hygrométriques, et il est tout naturel de penser qu'ils doivent cette propriété à la substance dite *gélatineuse* qui constitue leur base organique. Nous voyons toutefois dans l'expérience IX que le crâne n° 28, qui date de l'époque de la pierre polie, et qui a au moins trente-cinq à quarante siècles d'antiquité, a absorbé plus de vapeur d'eau, et l'a absorbée surtout plus rapidement, que le crâne n° 8, qui ne date que de deux ou trois siècles. Ce dernier crâne est cependant celui qui, après l'immersion, a retenu la plus forte proportion d'eau. Il faut donc croire qu'il contenait dans son tissu plus de matière organique, mais que celle du n° 28 était plus hygrométrique, c'est-à-dire plus apte à attirer à elle la vapeur d'eau. Ainsi, tandis que la capacité hygrométrique relative à l'imbibition de l'eau en nature paraît dépendre de la proportion de la matière organique, celle qui est relative à l'absorption de la vapeur d'eau paraît tenir à une qualité particulière de cette matière, dont la constitution chimique subit, par le cours des siècles, des modifications isomériques déjà signalées par les chimistes.

L'expérience IX ayant prouvé que la vraie propriété hygrométrique des crânes n'est pas proportionnelle à la quantité de matière organique qu'ils contiennent, il s'agissait de savoir si elle dépend exclusivement de cette matière. Pour cela il fallait l'étudier comparativement sur un os à l'état ordinaire, et sur le

même os privé de sa matière organique par la calcination. C'est dans ce but qu'a été faite l'expérience XXIV.

L'os qui a servi à cette expérience est un tibia de l'ancien cimetière de Saint-Marcel (VIIIe siècle). J'en ai détaché, par deux traits de scie transversaux, un fragment long de 16 centimètres, qui comprenait à la fois une partie de la diaphyse et une partie de l'épiphyse supérieure. Ce fragment a été scié en long, et divisé en deux moitiés, A et B, qui ont d'abord été pesées, puis desséchées pendant vingt-quatre heures dans l'étuve. Elles y ont perdu 4.59 pour 100 de leur poids. Le fragment B a alors été placé sous la cloche à mercure, où son poids est resté stationnaire, pendant que l'autre fragment A était soumis dans le moufle à une calcination de vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, la matière organique était détruite; le poids de A avait diminué de 6gr,958, représentant 21.72 pour 100 du poids constaté au sortir de l'étuve.

Le fragment A avait subi dans le moufle une rétraction considérable ; sa longueur avait diminué de 12 millimètres; sa couleur était devenue d'un beau blanc très légèrement azuré ; mais sa structure apparente n'était pas modifiée; son tissu compacte n'était nullement fendillé, et les plus fines trabécules de son tissu spongieux avaient conservé leur continuité.

Ce fragment, dépouillé de toute sa matière organique par la calcination, a été placé dans la caisse humide à côté du fragment B qui était parfaitemet desséché, mais dont la matière organique était intacte. Les effets de la vapeur d'eau ont été constatés de jour en jour ; les pesées ont été faites à 1 milligramme près, sur la balance de précision du laboratoire de pharmacologie de la Faculté, par M. Hardy, l'habile préparateur de ce laboratoire.

Le fragment B, ainsi que je m'y attendais, a rapidement absorbé une forte proportion de vapeur d'eau. Cette proportion, qui, au bout de vingt-quatre heures, était déjà de plus de 7 pour 100, s'est accrue ensuite de plus en plus lentement et est parvenue à son terme au bout de quatorze jours ; elle était alors de 12.70 pour 100. Ce résultat est tout à fait comparable à ceux que l'on obtient sur des crânes traités de la même manière. On a vu, en effet, dans l'expérience IX, que les crânes ordinaires absorbent de 4 à 5 pour 100 d'eau dans

la caisse humide, et dans l'expérience X, qu'ils perdent de 6 à 8 pour 100 d'eau par la dessiccation artificielle. L'écart entre le poids d'un crâne desséché artificiellement, et celui du même crâne hydraté dans la caisse humide est donc de 10 à 13 pour 100. Sur notre fragment de tibia l'écart a été de 12.70. Ce premier résultat est conforme à ce que j'attendais.

Mais je supposais que le fragment A, en perdant sa matière organique, aurait perdu sa propriété hygrométrique; il n'en a été rien; cette propriété, quoique notablement diminuée, est encore restée très manifeste. La quantité de vapeur d'eau absorbée pendant la première journée a été de 2 pour 100 et elle a fini par atteindre, au bout de quinze jours, le chiffre de 4.70 pour 100. Il faut tenir compte sans doute de ce fait que le carbonate de chaux de l'os, décomposé et amené à l'état de chaux vive par la calcination, a dû reprendre dans l'air l'acide carbonique qu'il avait perdu. Mais il n'a pu en résulter qu'un accroissement de poids de quelques centigrammes.

La substance minérale des os est donc hygrométrique ; elle participe pour un peu plus d'un tiers à la propriété hygrométrique de l'os, les deux autres tiers étant dus à la matière organique. On conçoit ainsi, jusqu'à un certain point, que les os, en vieillissant dans le sol, et en s'y dépouillant, avec le cours des siècles, d'une partie de leur base gélatineuse, ne perdent pas pour cela leur propriété hygrométrique; il semble toutefois qu'ils devraient en perdre une partie. On a vu au contraire que des crânes datant de quarante siècles sont aussi hygrométriques que des crânes presque modernes. Il y a donc là une lacune que des expériences ultérieures permettront sans doute de combler.

J'ai dû étudier en lui-même le phénomène de l'hydratation des os avant d'étudier l'influence qu'il exerce sur leurs dimensions. Cette influence comme on le verra bientôt, est considérable, et elle mérite, au point de vue de la craniométrie, une sérieuse attention. Mais on remarquera que j'ai produit, dans mes expériences, des conditions artificielles qui dépassent de beaucoup les limites des conditions naturelles.

D'une part, en effet, l'évaporation qui se produit dans l'été le plus chaud et le plus sec reste toujours bien au-dessous de celle

qu'on provoque dans une étuve chauffée à 60 degrés pendant quarante-huit heures et plus (1). Et d'autre part, dans les temps les plus humides, la quantité de vapeur d'eau répandue dans l'air d'une salle de musée est toujours bien inférieure à celle que l'on confine dans la nouvelle caisse humide, bien inférieure même à celle qui existe dans une cave ; il semble donc bien probable que les changements de saison ne doivent exercer qu'une influence assez légère sur le poids des crânes de nos collections. J'ai pu m'en assurer directement en comparant les poids de dix crânes pris dans les rayons du musée au mois de mars dernier, et examinés de nouveau le 10 juin. La diminution constatée dans cette seconde pesée a varié entre 3 et 6 grammes, et reste par conséquent très loin des écarts obtenus dans mes expériences.

Mais si les crânes déjà déposés depuis quelque temps dans les musées conservent un état hygrométrique peu variable, il en est tout autrement de ceux qui ont été exhumés récemment. L'expérience XVIII, et surtout l'expérience XIX, prouvent que ces derniers crânes retiennent, au sortir du sol, une grande quantité d'eau qu'ils perdent ensuite en se desséchant. Il doit y avoir sous ce rapport de très-grandes différences, suivant le degré d'humidité du sol de la sépulture. Dans le sol sablonneux de certaines cavernes, les crânes sont presque aussi secs que ceux d'un musée, mais dans les sépultures en pleine terre ils sont toujours plus ou moins humides, et ils le sont quelquefois presque autant que s'ils avaient été immergés.

Dans l'expérience XVIII, les crânes avaient été exhumés depuis plus d'un mois, et ils étaient déballés depuis neuf jours, lorsqu'ils furent pesés pour la première fois; ils avaient donc déjà eu le temps de perdre une grande partie de leur eau, et cependant ils en ont encore perdu pendant les mois suivants de 12 à 26 grammes. Les crânes de l'expérience XIX, exhumés depuis trois jours seulement, ont subi une perte bien plus forte encore, s'élevant de 31 à 94 grammes, et représentant de 5.29 à 15.10 pour 100 du poids constaté à la première pesée.

1. Je rappelle qu'on a ménagé dans la partie supérieure de la porte de l'étuve une fissure qui laisse échapper la vapeur d'eau. L'évaporation se fait donc rapidement et sans obstacle.

Le poids des crânes récemment exhumés change pour ainsi dire tous les jours, et il s'écoule toujours assez longtemps avant que la dessiccation naturelle soit achevée. La durée de cette période de dessiccation est nécessairement influencée par la température et par l'état hygrométrique de l'air; mais ces deux conditions, dont j'ai tenu compte sur mon registre d'expériences, quoique je n'aie pas cru devoir les inscrire sur mes tableaux, n'explique certainement pas tous les phénomènes. Il faut bien admettre en outre les influences individuelles lorsqu'on voit, par exemple, dans l'expérience XIX, que les crânes nos 24 et 26, renfermant 14 à 15 pour 100 d'eau ont été desséchés naturellement aussi vite que le n° 23 qui n'en renfermait que 5.29 pour 100. Mais une autre influence plus importante à signaler est celle des modifications résultant de la nature particulière du sol où ont séjourné les crânes. Les crânes extraits d'un même gisement, quoique retenant des proportions d'eau qui peuvent varier comme 1 est à 3, parviennent tous à la fois, à peu de chose près, au terme de leur dessiccation naturelle, tandis que des crânes provenant de gisement différents se dessèchent avec une rapidité très-variable. Ainsi, à la date du 22 avril, les crânes de l'expérience XVIII, provenant du cimetière de Zaandam, étaient exhumés depuis cinq mois, et ceux de l'expérience XIX, provenant du cimetière de Puiseux, n'étaient exhumés que depuis douze jours, et cependant ces derniers crânes étaient déjà presque aussi rapprochés que les premiers du terme de leur dessiccation. J'ai constaté des différences analogues à la suite des expériences d'immersion; toutes choses égales d'ailleurs, les crânes d'une même série, traités de la même manière, revenaient à peu près en même temps à leur poids primitif, tandis que les crânes de séries différentes retenaient leur eau supplémentaire pendant un temps très-variable.

En suivant jour par jour les changements de poids des crânes qui se dessèchent naturellement après l'humectation artificielle, j'ai constaté un fait que j'ai retrouvé, plus manifeste encore, sur les crânes extraits d'un sol humide. Tant que ces crânes conservent une grande proportion d'eau, leur poids diminue de jour en jour sans interruption. Mais, lorsque la dessiccation est plus avancée, leur poids présente souvent des oscillations de plusieurs

grammes en rapport avec l'état de sécheresse ou d'humidité de l'air. Des oscillations analogues s'observent sur les crânes secs depuis longtemps, mais elles sont beaucoup plus faibles, surtout beaucoup moins promptes. Je m'en suis assuré par des expériences comparatives. J'ai constaté en outre que des crânes revenus depuis quelques temps déjà à leur poids primitif, après avoir été humectés artificiellement, sont plus sensibles à l'humidité atmosphérique que les crânes des mêmes séries qui n'ont pas été soumis à l'humectation. En d'autres termes, l'affinité des crânes pour la vapeur d'eau de l'atmosphère ne dépend pas seulement de leur degré de siccité : elle est moindre, toutes choses égales d'ailleurs, sur les crânes secs depuis longtemps que sur ceux qui ont traversé récemment une période d'humidité. Ce n'est donc qu'au bout d'un temps assez long que les crânes ont acquis le degré de stabilité qui permet de les soumettre à une étude définitive. Ce délai est très-variable suivant leur provenance, suivant les saisons et suivant les lieux, et ne peut-être déterminé par une règle fixe ; mais j'estime que, dans nos climats, il convient d'attendre quatre ou cinq mois en hiver, et deux mois en été, avant de procéder à la craniométrie. Ce qui est certain, en tous cas, c'est que les mensurations pratiquées une ou deux semaines après l'exhumation, alors même que les crânes paraîtraient secs, sont tout à fait trompeuses.

§. 4. — *De l'influence de l'état hygrométrique des os en général, et des crânes en particulier, sur leurs dimensions linéaires.*

On a vu dans le paragraphe précédent que les os sont des corps hygrométriques, capables non-seulement de s'imbiber d'eau, mais encore de s'hydrater. Cette hydratation s'accompagne d'une notable augmentation de volume, d'une véritable dilatation, qui peut être constatée par la mensuration.

Cette étude a été faite avec soin par M. Welcker, et j'ai pu constater, d'une manière assez générale, l'exactitude des observations qu'il a faites sur les os autres que le crâne. Mais pour ce qui concerne le crâne j'ai obtenu des résultats très-différents des siens, et je ne saurais admettre avec lui que les changements

produits par l'état de sécheresse ou d'humidité du crâne soient trop faibles pour mériter l'attention des craniologistes.

Je parlerai d'abord de l'influence de l'immersion sur les os en général. L'expérience XXI montre que trois fémurs traités par l'immersion se sont allongés de 1 millimètre à $1^{mm},5$. M. Welcker a trouvé en moyenne $1^{mm},2$; ces résultats sont parfaitement conformes entre eux.

Le fémur se composant d'une diaphyse compacte et d'épiphyses spongieuses, on pouvait se demander si l'allongement portait à la fois sur ces deux parties, dont la structure est si différente. L'expérience a répondu affirmativement. Deux points *a* et *b*, marqués sur les diaphyses à des distances d'environ 188 millimètres, se sont écartés de 3 à 6 dixièmes de millimètre. Le tissu compacte se laisse donc dilater par l'humidité dans le sens de la longueur, et probablement aussi dans les autres sens. Si même l'on considère que la distance *ab* n'est pas la moitié de de la longueur totale des fémurs, on est conduit à penser que la plus grande partie de l'allongement se produit dans les diaphyses.

Mais si les épiphyses se dilatent peu en longueur, elles se dilatent beaucoup plus suivant leur circonférence. Ainsi la circonférence de l'épiphyse inférieure s'est accrue de 2 à 6 millimètres, et celle de la tête fémorale de 2 millimètres à $5^{mm},5$. Il faut distinguer ici le fémur n° 33, préparé par macération, des deux autres fémurs, provenant d'anciennes sépultures. Le tissu spongieux de ces derniers os s'est gonflé beaucoup plus que celui du premier.

On remarquera que la plupart des mesures ont pris la plus grande partie ou même la totalité de leur accroissement pendant la première journée d'immersion ; six jours d'immersion de plus ont fort peu changé les dimensions, quoique la quantité d'eau absorbée ait doublé pour l'un des fémurs et sextuplé pour un autre. On remarquera en outre que le numéro 35, en absorbant 53 pour 100 d'eau, ne s'est allongé que de 1 millimètre, tandis que les deux autres os, en n'absorbant que 14 et 29 pour 100 d'eau, se sont allongés de $1^{mm},5$.

La dilatation des os n'est donc pas proportionnelle à la quantité d'eau qu'ils absorbent ; il faut croire que l'eau qu'ils retiennent

se compose de deux parties : l'une, qui passe à l'état d'eau d'hydratation, et qui augmente le volume des molécules osseuses; l'autre, qui est seulement interposée dans les pores du tissu, qui n'est retenue que par la capillarité et qui ne modifie pas réellement l'état moléculaire.

Tout molécule osseuse se compose, comme l'os lui-même, d'une base organique dite gélatineuse, et d'une base minérale où prédominent les sels calcaires. C'est de la combinaison de ces deux éléments que résultent la constitution de la molécule et l'étendue de l'espace qu'elle occupe. La molécule a en outre la propriété de fixer une certaine quantité d'eau, qui modifie son volume ou peut-être seulement sa forme, et qui amène la dilatation du tissu osseux. La suppression de cette eau d'hydratation, obtenue artificiellement dans l'étuve, amène déjà une rétraction notable; mais une rétraction bien plus grande encore se produit lorsqu'on supprime non-seulement l'eau, mais encore la matière organique elle-même. Dans l'expérience XXIV, les deux moitiés A et B d'un fragment de tibia scié en long ont été traitées d'abord par la dessication dans l'étuve. Leur longueur est descendue ainsi de 161 millimètres à 160^{mm},4. La pièce A a alors été calcinée dans le moufle pendant vingt-quatre heures ; au bout de ce temps sa longueur était réduite, du chiffre primitif de 161 millimètres, au chiffre de 149 millimètres; la réduction était donc de 12 millimètres, ou de 7.45 pour 100. J'ai déjà, dans le paragraphe précédent, mentionné cette expérience ; on a vu que les deux fragments, placés dans la caisse humide, absorbèrent une grande quantité de vapeur d'eau; mais l'influence de cette hydratation fut bien différente dans les deux cas. Le fragment B dont la matière organique était conservée, s'allongea de 1^{mm},1, tandis que la longueur du fragment A resta stationnaire. Il résulte de cette expérience que l'influence exercée sur les dimensions des os par l'hydratation est entièrement subordonnée à la présence de la matière organique.

Les expériences XXII et XXIII ont pleinement confirmé l'opinion de M. Welcker, que les courbures des os tendent à augmenter par la dessiccation et à se redresser par l'humectation. Ayant marqué deux points *a* et *b* sur la convexité de deux côtes, j'ai constaté qu'au bout de vingt-quatre heures d'immersion la

distance de ces deux points en ligne droite, c'est-à-dire la *corde* de l'*arc* costal, s'était accrue, tandis que la distance mesurée sur la convexité de la côte était restée la même. Cela prouve que la courbe s'est redressée. Je m'en suis assuré directement au moyen du *cyclomètre* (voir plus haut p. 149). J'ai trouvé que le rayon de courbure avait augmenté dans un cas de $1^{mm},5$, dans l'autre cas de $3^{mm},5$. Dans l'expérience publiée par M. Welcker on lit que la distance des deux marques s'est accrue, mais l'auteur ne dit pas s'il s'agit de la corde ou de l'arc.

J'ai constaté également les changements de courbure sur deux mâchoires inférieures. L'humectation a augmenté de 3 millimètres et de $3^{mm},5$ la distance bicondylienne, et comme la distance du condyle au menton, mesurée en ligne droite, ne s'est accrue que de $1^{mm},1$ et de $1^{mm},3$, il est évident que l'agrandissement considérable de la corde bicondylienne est due à l'écartement des deux branches, et par conséquent au redressement de la courbe mentonnière. Le cyclomètre a montré en effet que le rayon de cette courbe avait augmenté de 1 millimètre dans les deux cas.

L'une de ces deux mâchoires, après avoir été traitée par l'immersion, a été desséchée à l'étuve pendant soixante heures; ses deux condyles se sont rapprochés, et le rayon de sa courbe mentonnière a diminué. En comparant les résultats de l'immersion avec ceux de la dessication, on trouve, sur le rayon de courbure du menton, une différence de 2 millimètres, et sur la distance bicondylienne une différence de $7^{mm},2$. Cette dernière différence est énorme, puisqu'elle s'élève à près de 6 pour 100 de la distance primitive. Dans la pratique, les os n'approchent jamais du degré de sécheresse obtenu au moyen de l'étuve; mais lorsqu'ils ont été exhumés depuis peu, ils sont quelquefois presque aussi hydratés qu'ils le sont vingt-quatre heures après l'immersion; et on a vu que celle-ci a augmenté la distance bicondylienne de 3 millimètres et de $3^{mm},5$, c'est-à-dire de 2.40 pour 100 dans un cas, et de 2.89 pour 100 dans un autre. On commettrait donc de très-graves erreurs si l'on mesurait les mâchoires inférieures sans tenir compte de l'époque de leur exhumation.

On a vu dans les expériences XXII et XXIII que l'action de l'eau

exerce beaucoup plus d'influence sur les courbures des os que sur leurs dimensions absolues. Les os du crâne, étant fortement courbés, semblent donc devoir se laisser déformer beaucoup par la sécheresse ou l'humidité; et M. Welcker a constaté effectivement qu'un pariétal humecté avait subi de notables changements de forme. Mais, sur le crâne entier, ces déformations rencontrent heureusement un obstacle presque absolu dans la résistance que les bords de chaque os opposent au mouvement des os voisins. Dès que les sutures sont bien engrenées, le crâne se comporte comme s'il était d'un seule pièce ; il subit dans son ensemble une dilatation ou une rétraction plus ou moins forte, qui n'est pas uniforme sans doute, puisque ses parois ne sont pas homogènes, et qui des lors peut modifier quelque peu sa forme générale, mais qui ne produit sur chaque os en particulier que des déformations insignifiantes. Ainsi, en étudiant à l'aide du cyclomètre le rayon de courbure en certains points déterminés, tels que les bosses frontales ou les bosses pariétales, j'ai constaté que ces rayons restaient les mêmes à tous les degrés d'humectation. On peut dire par conséquent que l'état hygrométrique ne modifie pas d'une manière notable les courbures *partielles* du crâne; mais mon instrument ne révèle pas les changements de rayon de moins de 1 millimètre ; les changements plus légers lui échappent, et la fixité apparente des courbures partielles n'exclut nullement l'idée que la forme générale du crâne subisse certaines modifications.

Ces modifications de forme, comme on le verra bientôt, ne sont pas à dédaigner ; elles sont moins graves, toutefois, que celles des éléments craniométriques proprements dits.

M. Welcker a reconnu que toutes les dimensions du crâne, courbes ou diamètres, s'accroissent à la suite de l'immersion. Mais, lorsqu'il a apprécié l'étendue de cet accroissement, il est resté bien au-dessous de la vérité.

Les chiffres qu'il a donné sont les suivants : après trois jours d'immersion, le diamètre antéro-postérieur est accru en moyenne de quatre dixièmes de millimètre (moyenne de sept expériences : maximum, $0^{mm},6$; minimum, $0^{mm},2$). Le diamètre tranversal est accru de sept dixièmes de millimètre (moyenne de six expériences ; maximum $1^{mm},2$; minimum, $0^{mm},0$). Le diamètre ver-

tical, enfin, est accru de sept dixièmes de millimètre (moyenne de trois expériences: maximum, $1^{mm},2$; minimum, $0^{mm},5$). L'auteur en conclut que le diamètre antéro-postérieur croît moins que le diamètre transversal, et que, dès lors, l'indice céphalique doit augmenter quelque peu à la suite de l'immersion; il trouve, en effet, que cet indice s'est élévé dans un cas de 76,52 à 76,63, dans un autre cas de 84,55 à 84,69. Il s'est donc accru de onze centièmes et de quatorze centièmes pour 100, c'est-à-dire que les crânes humides sont un peu moins dolichocéphales que les crânes secs: mais la différence est infime, et, somme toute, il n'y a pas lieu de tenir compte, en craniométrie, de l'état de sécheresse ou d'humidité des crânes d'adultes (1).

Cette conclusion découle légitimement des prémisses; mais j'ai le regret de dire que les prémisses sont tout à fait inexactes.

Quatre crânes, pris dans leur état de dessication naturelle, ont été mesurés avant et après l'immersion, suivant les procédés rigoureux indiqués plus haut.

Les résultats ont été les suivants:

Augmentation produite par l'immersion.

	Diamètres.			Courbes.		
	long.	transv.	vertic.	Arc occipito-frontal.	Circ. horiz.	Durée de l'immersion.
	mm	mm	mm	mm	mm	
Exp. XI (n° 17)....	1.9	1.7	1.2	4	5	5 minutes.
— XII (n° 16)....	2.5	1.7	2.0	3.5	5	40 —
— XV (n° 27)....	1.4	2.2	1.4	2	5	24 heures.
— XVI (n° 29)....	2.2	0.9	1.2	3.5	4.5	48 —
Moyennes	2.0	1.6	1.4	3.2	4.9	

Je ne sais comment expliquer la grande différence qui existe entre ces résultats et ceux de M. Welcker. J'avais d'abord supposé que cette différence pouvait tenir à la nature des crânes mis en expérience, que les crânes employés par M. Welcker avaient été préparés suivant le procédé des ostéologistes, et que ces crânes étaient moins dilatables que les crânes plus anciens, préparés naturellement dans le sol. Mais

1. Welcker, *Ueber Wachstum and Bau des menschlichen Schäedels*, Leipzig, 1862, in fol., p. 28.

l'expérience XVI, faite sur un crâne d'Allemand préparé l'année dernière par macération à l'hôpital de Bucharest, est venue démontrer que cette interprétation n'était pas valable. Quoi qu'il en soit, il demeure démontré que les crânes traités par l'immersion peuvent gagner jusqu'à 2 millimètres et demi sur leur diamètre longitudinal, 2 millimètres et plus sur leurs deux autres diamètres ; qu'ils peuvent gagner 4 millimètres sur leur courbe occipito frontale, et 5 millimètres sur leur circonférence horizontale (1). Ces changements dépassant de beaucoup l'*erreur permise*, qui, sur les dimensions linéaires, n'est que de 1 millimètre, je suis autorisé à en conclure que les mensurations, sous peine d'être tout à fait trompeuses, ne doivent être pratiquées que sur des crânes parvenus au terme de leur dessiccation.

L'expérience XVII, faite sur un crâne du cimetière de Puiseux, exhumé depuis trois jours, prouve que cette règle n'est pas purement théorique, qu'elle a une grande valeur pratique. Ce crâne en se desséchant naturellement dans le laboratoire, a perdu en deux mois 2.1 millimètres sur son diamètre longitudinal, 1 millimètre et $1^{mm},7$ sur ses deux autres diamètres, et enfin 3^{mm}. 5 et 4 millimètres sur ses deux principales courbes. Les résultats pratiques ne sont donc pas moins significatifs que ceux des expériences d'immersion.

Il n'est pas sans intérêt d'étudier comparativement les effets de l'immersion et ceux de la dessiccation artificielle à l'étuve. On obtient ainsi pour chaque dimension le maximum des différences produites par l'état hygrométrique. Sept crânes, soumis à la double épreuve du bain et de d'étuve, ont donné les écarts suivants :

1. M. Welcker n'a étudié que sur deux crânes la courbe occipito-frontale, et ne l'a vu s'accroître, après trois jours d'immersion, que de 1 et de 2 millimètres. Il n'a pas mesuré la circonférence horizontale.

Différences entre les crânes immergés et les crânes desséchés artificiellement.

	Diamètres			Courbes	
	longit.	transv.	vertic.	occipito-frontale.	Circ. horiz.
	mm	mm	mm	mm	mm
Exp. XII (n° ° 16)......	4.5	3.7	3.2	8.5	14
— XIII (n° 7)........	3.1	4.6	3.5	9	15
— XIV (n° 28)........	2.7	3.4	4.0	9	12
— — (n° 8).........	3.8	3 0	4.1	10	13.5
— XV (n° 27)........	3·5	3.7	3.1	7	12
— — (n° 9).........	3.7	4.0	3.7	9	11
— XVI (n° 29)........	3.0	3.1	3.8	6.5	10.5
Moyennes des sept expér.	3.47	3.6	3.6	8.4	12.57

La comparaison des deux petits tableaux qui précèdent montre que la dessiccation à l'étuve produit sur les crânes plus de changements que l'humectation complète.

Ainsi le même crâne, suivant les conditions où on le place, peut présenter des différences énormes; chacun de ses trois diamètres peut varier de plus de 4 millimètres, sa courbe occipito frontale de 10 millimètres, et enfin sa circonférence horizontale de 15 millimètres, soit 1 centimètre et demi !

Ce résultat est extrêmement curieux ; il montre que l'humidité exerce sur les parois crâniennes une action plus forte même que sur les cheveux. Ceux-ci, dans leur état ordinaire, ne se dilatent que d'un deux-centième de leur longueur, en passant de la siccité complète à l'humectation complète. Dépouillés de leur matière grasse par des procédés chimiques, ils deviennent beaucoup plus hygrométriques, et leur dilatation s'élève alors à un cinquantième ou à 2 pour 100 de leur longueur. Or, dans l'expérience XIII, nous voyons la circonférence horizontale, réduite à 507 millimètres après dessication, s'accroitre après l'immersion de 15 millimètres, c'est-à-dire 2.95 pour 100.

Ce ne sont pas seulement les dimensions des crânes qui changent sous l'influence de l'humidité, leurs formes mêmes se modifient; car on peut voir sur les tableaux des expériences que les diamètres sont loin de croître tous dans la même proportion. Cette observation n'avait pas échappé à M. Welcker. Il avait cru remarquer que le diamètre longitudinal changeait moins que les deux autres, et que, dès lors, l'indice céphalique était un peu plus grand après l'humectation ; mais cela se bor-

nait à un accroissement de 0.11 et de 0.14, et l'erreur devait lui paraître négligeable.

Mes recherches me conduisent à des conclusions toutes différentes. A l'étude des changements de l'indice céphalique j'ai joint celle des changements de l'indice vertical, et j'ai obtenu les résultats suivants :

Changements de l'indice céphalique et de l'indice vertical par suite de l'humectation.

	Indice céphalique.			Indice vertical		
	Avant l'exp.	Après immersion.	Différence.	Avant l'exp.	Après immersion.	Différ.
Exp. XI (n° 17)	77.98°/₀	78.12	+0.14	77.08°/₀	76.92	—0.16
— XII (n° 16)	76.59	74 48	—0 11	72.00	72.10	+0.10
— XV (n° 27)	73.88	71.52	+0.64	72 17	72.38	+0.21
— XVI (n° 29)	77.20	76 77	—0.43	76.87	76.61	—0.26

L'indice céphalique est donc tantôt augmenté, tantôt diminué, par suite de l'humectation ; et si les changements qu'il éprouve sont quelquefois assez faibles, ils peuvent aller jusqu'à 0.64, chiffre qui, sans doute, n'est pas la limite extrême, et qui, tel qu'il est, ne saurait être considéré comme insignifiant, car il équivaut au changement que produirait un allongement de près de 2 millimètres, sur le diamètre longitudinal d'un crâne ordinaire dont la largeur ne changerait pas.

Le crâne de l'expérience XVII, en se desséchant naturellement après l'exhumation, a subi une déformation qui a fait passer l'indice céphalique de 77. 21 à 77. 56; la différence est de 0.35, et n'est pas sans importance.

La dessiccation artificielle augmente encore ces changements des indices céphalique et vertical. Ainsi, dans l'expérience XV, le crâne n° 7 avait, après l'immersion, un indice céphalique de 80.95, qui, après dessiccation, est descendu à 79.74 ; différence 1.21 pour 100 ; sur l'indice vertical de ce crâne le changement a été seulement de 0.63 ; mais, dans l'expérience XIV, l'indice vertical du crâne a changé de 1.12, pendant que l'indice céphalique changeait de 0.80. La forme des crânes se modifie donc d'une manière très-variable sous l'influence de l'humectation et de la dessiccation.

Ces changements sont dus à la présence ou à l'absence de l'eau.

Le crâne se comporte comme le cheveu de l'hygromètre. Tant que l'évaporation continue à s'effectuer, le tissu osseux se rétracte et toutes les dimensions diminuent. L'influence de l'élévation de température se borne jusqu'ici à provoquer l'évaporation. Voilà pourquoi la chaleur, qui dilate la plupart des corps, fait contracter au contraire le tissu osseux. Mais on peut se demander que peut-être l'effet de la chaleur lorsque l'évaporation artificielle est parvenue à son terme. On est tenté de croire qu'alors la chaleur doit produire son effet ordinaire, c'est-à-dire la dilatation. Il n'en est rien cependant.

Dans les expériences XII et XIII, deux crânes, placés dans l'étuve pendant quarante-huit heures et pendant cinquante-huit heures, n'ayant, pendant les douze dernières heures, subi aucune diminution de poids appréciable, et pouvant dès lors être considérés comme bien desséchés, ont été mesurés avec soin, puis remis pendant une heure dans l'étuve à 60 degrés, et alors placés sous la cloche à mercure, où on les a laissés refroidir pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, leur poids était resté exactement le même; la température extérieure marquait 20 degrés; leur température avait donc baissé de 40 degrés. L'effet de ce refroidissement, sur un corps ordinaire, aurait été une contraction plus ou moins forte; or, le crâne de l'expérience XII avait bien perdu un dixième de millimètre sur son diamètre transversal, mais il avait gagné un dixième de millimètre sur son diamètre vertical; le diamètre longitudinal et les deux courbes n'avaient pas changé. Dans l'expérience XIII, le diamètre longitudinal a perdu $0^{mm},2$, le transversal a gagné $0^{mm},4$; le diamètre vertical et les courbes n'ont pas changé. Il y a donc eu compensation, et, s'il en est résulté une très-légère déformation, il n'y a eu aucune diminution de volume. La comparaison des capacités, dont je parle ici par anticipation, pourrait même faire croire à une ampliation de 1^{cc} et de $1^{cc},5$, si l'on ne savait que d'aussi faibles différences de capacité ne peuvent être constatées avec précision par nos procédés de cubage.

Le changement de 40 degrés centigrades auquel ont été soumis les deux crânes n'a donc pas produit d'effets appréciables. Par conséquent, les changements de température, dans les limites que j'ai étudiées, et qui dépassent les limites des variations na-

turelles, n'exercent par eux-mêmes aucune influence sur les dimensions des crânes ; ils n'agissent qu'en modifiant leur état hygrométrique.

Mais ces variations naturelles de la température et les divers degrés de sécheresse qui en sont la conséquence, ne sont-ils pas de nature à introduire dans les études craniométriques des erreurs plus ou moins graves ? S'il fallait s'astreindre à ne pratiquer les mensurations que sous une température, ou seulement dans une même saison, il en résulterait pour les craniologistes de grandes préoccupations et des complications fort gênantes. L'expérience XX me paraît de nature à les rassurer. Trois crânes du musée, mesurés le 1er mars 1874 sous une température de 10 degrés, ont été mesurés de nouveau le 10 juin, le thermomètre intérieur du laboratoire marquant 25 degrés. On sait que l'été, cette année, a été précoce ; que le mois d'avril a été très-chaud, que la température a été étouffante pendant une grande partie du mois de mai et pendant la première semaine de juin. La salle du musée où ces crânes sont déposés n'est jamais chauffée; ces crânes ont donc éprouvé tous les effets de la température naturelle, en hiver comme en été. Tous trois ont subi, par l'action de la chaleur de l'été, une réduction de six dixièmes de millimètre sur leur diamètre antéro-postérieur. Ce changement n'atteint pas les limites de l'erreur permise, il ne pourrait pas être constaté avec les compas ordinaires, il est donc insignifiant. Les changements de la courbe occipito-frontale ont été nuls ou inférieurs à 1 millimètre ; la réduction n'a atteint 1 millimètre que sur la circonférence horizontale, qui est de beaucoup la plus longue de toutes les mesures crâniennes ; et, comme elle est inférieure à la cinq-centième partie de cette mesure, elle est vraiment sans conséquence.

Je pense donc que les craniologistes n'ont pas à se préoccuper de l'influence des saisons.

§ 5. — *De l'influence de l'état hygrométrique du crâne sur sa capacité.*

Les procédés à l'aide desquels on détermine la capacité du crâne sont bien loin de la précision que l'on peut atteindre dans

la mensuration des diamètres; ceux-ci peuvent se mesurer à un dixième de millimètre près, tandis que le cubage ne donne qu'une approximation de 5 centimètres cubes. Mais si l'on songe que le plus petit accroissement des trois diamètres d'un solide en fait croître beaucoup le volume, on comprendra que les changements de capacité en rapport avec les divers états hygrométriques du crâne puissent être constatés même avec nos imparfaits procédés de cubage.

Pour se faire une idée de la gravité de ces changements de capacité, on se souviendra que les volumes de deux ellipsoïdes semblables, ou de deux corps semblables et d'une forme plus ou moins analogue à celle d'un ellipsoïde, sont entre eux comme les produits de leurs trois diamètres.

Considérons, par exemple, un crâne long de 185, large de 140 et haut de 130 millimètres, et dont la capacité est d'environ 1.500 centimètres cubes. Les diamètres intérieurs d'un pareil crâne, déduction faite de la double épaisseur des parois pour le premier et le second et de l'épaisseur de la voûte cranienne pour le diamètre vertical, se réduiraient respectivement à 170, 130 et 124 millimètres, dont le produit est de $2740^{cc},4 = C$.

Supposons maintenant que le diamètre antéro-postérieur soit accru de 2 millimètres, et chacun des deux autres de 1 millimètre. Le produit des trois diamètres ainsi agrandis sera : $2816^{cc},50 = C'$.

Posons maintenant la proportion $C : C' :: 1500 : X$, et nous trouvons $X = 1541^{cc},65$. C'est le nouveau volume de la cavité cranienne, si l'on admet, ce qui est d'ailleurs certain, que la forme de cette cavité ne subit en se dilatant que des modifications légères.

Ainsi, d'après les rapports ordinaires qui existent entre les diamètres du crâne et sa capacité, un crâne dont les diamètres croîtraient de 2, de 1 et 1 millimètres, devrait acquérir un excédant de capacité de plus de 40 centimètres cubes. Or, on n'a pas oublié que l'immersion d'un crâne naturellement sec produit sur les diamètres une augmentation qui atteint presque toujours, et dépasse souvent, celle que je viens de supposer.

On va voir que les résultats expérimentaux ne sont pas au-dessous de ceux que fait prévoir le calcul.

Je parlerai d'abord des expériences d'immersion. Dix-huit des crânes portés sur mes tableaux d'expériences ont été cubés comparativement à l'état naturellement sec, et dans l'état d'humidité produit par l'immersion.

L'un d'eux, le crâne *étalon* (expérience III, n° 1), crâne tout à fait exceptionel, *dont les parois sont absolument éburnées*, ne s'est dilaté que de 23cc, 40 (1). Sur tous les autres crânes, l'accroissement a été de 29 centimètres cubes au moins ; et il s'est même élevé, une fois, à 74 centimètres cubes, ainsi qu'on le verra sur le tableau suivant :

Accroissement de capacité produit par l'immersion de crânes naturellement secs.

	cc		cc
Crânes nos 2.......	29	Crânes nos 7........	74.5
— 3.......	36	— 17........	32.5
— 4.......	40	— 28........	54
— 5.......	53	— 8........	44.5
— 6.......	44	— 16........	39
— 13.......	30	— 27........	38
— 14.......	39	— 9........	49
— 15.......	33	— 29........	35.5
— 18.......	33		

Somme.................	7180cc.
Nombre de crânes.......	17
Moyenne................	42.23

Le hasard veut que cet accroissement moyen de 42cc, 23 soit presque égal à celui que faisait prévoir notre calcul schématique. C'est une pure coïncidence ; mais des calculs faits séparément pour chaque crâne, au moyen des indices cubiques, m'ont prouvé qu'il n'y a jamais qu'un écart assez faible entre l'accroissement de capacité constaté expérimentalement et l'accroissement calculé d'après l'agrandissement des diamètres.

La grande différence des résultats obtenus sur les divers crânes ne tient à aucune circonstance que je puisse indiquer. Les crânes les plus anciens se sont dilatés ni plus ni moins que les crânes les plus modernes. Les numéros 27 et 28, provenant tous deux de l'une des cavernes de Baye (époque de la pierre polie), sont incomparablement plus anciens que tous les autres ; et cependant ces deux crânes, contemporains, et conservés dans

1. Je rappelle que les capacités ont toujours été constatées en prenant la moyenne de plusieurs cubages successifs ; voilà pourquoi certains chiffres de capacité sont accompagnés de décimales.

des conditions identiques, ont subi des dilatations très-inégales; le numéro 27 ne s'est accru que de 38 centimètres cubes, chiffre notablement inférieur à l'accroissement moyen, tandis que le numéro 28 s'est dilaté de 54 centimètres cubes, c'est-à-dire plus qu'aucun autre, à l'exception du numéro 7. Les crânes n°s 2 à 6, dont les sutures sont plus ou moins soudées, ne se sont pas moins dilatés que les numéros 13, 14 et 15, dont toutes les sutures sont libres ; on peut en conclure que le phénomène de la dilatation s'effectue dans la continuité même du tissu osseux, et n'est pas la conséquence de l'écartement des sutures. Enfin le numéro 29, le seul de la série qui ait été préparé par macération, le seul par conséquent qui n'ait pas été soumis à l'action prolongée de l'humidité souterraine, s'est dilaté de 35^{cc}, 5 ; ce chiffre est inférieur à la moyenne, mais on remarquera que quatre des crânes préparés dans le sol se sont dilatés moins que ce numéro 29.

J'ai déjà dit que le minimum de dilatation (23^{cc}, 40) s'est produit sur un crâne complétement éburné. Mais, si nous laissons de côté ce cas exceptionnel et pathologique, nous ne voyons pas que le phénomène de la dilatation soit notablement influencé par le degré d'épaisseur et de densité des parois craniennes. Il n'y a aucun rapport entre le poids des crânes et leur accroissement proportionnel. Ainsi, le numéro 7 n'a qu'une capacité moyenne (1.488 centimètres cubes) et un poids moyen (633 grammes) ; on peut dire, par conséquent, que ses parois ont une épaisseur et une densité à peu près moyennes; c'est cependant ce crâne qui a présenté le maximum de dilatation (74^{cc},5). Le numéro 5, qui est très-grand (1.581 centimètres cubes), et en même temps très-léger (526 grammes), dont les parois par conséquent sont minces et peu compactes, s'est dilaté de 53 centimètres cubes, tandis que le numéro 28, qui est à la fois plus petit (1.538 centimètres cubes) et plus lourd (543 grammes), s'est dilaté de 54 centimètres cubes. D'un autre côté, le numéro 8, petit et lourd (1.396 centimètres cubes et 695 grammes), s'est dilaté de 44^{cc},5, tandis que le numéro 16, grand et léger (1.593 centimètres cubes et 582 grammes), ne s'est dilaté que 39 centimètres cubes.

Les conditions de la densité et de l'épaisseur des parois crâniennes n'expliquent donc pas mieux que les autres conditions physiques examinées précédemment la différence des effets de

l'humectation, et il faut admettre que ces deux différences dépendent en grande partie de l'état particulier de la substance osseuse de chaque crâne, état qui peut dépendre à son tour soit de la constitution propre de l'individu, soit des altérations chimiques que la matière organique a pu subir dans le sol.

Le phénomène de la dilatation commence à se produire immédiatement après l'immersion ; ainsi, j'ai plusieurs fois constaté qu'un crâne plongé dans l'eau une ou deux minutes seulement, puis égoutté rapidement par secousses, essuyé et séché intérieurement par l'agitation du gros plomb, avait déjà subi une dilatation de 5 à 10 centimètres cubes et quelquefois plus. Mais il ne faut pas croire que ce résultat soit dû, comme le serait la dilatation d'une éponge, à la seule imbibition de l'eau : il est la conséquence d'une véritable hydratation qui régénère en quelque sorte la matière organique, et qui marche beaucoup plus lentement que l'humectation elle-même. Ce qui le prouve, c'est que les crânes soumis ainsi à une courte immersion continuent à se dilater pendant plusieurs jours, *sans nouvelle addition d'eau*, et même en perdant, par l'égouttement, une partie de l'eau dont ils s'étaient imprégnés dans le bain. Pour que cette expérience réussisse, il faut que les crânes soient placés dans la caisse humide ; sans cela ils perdraient beaucoup d'eau par l'évaporation, et le phénomène de la dilatation ultérieure ne se produirait pas aussi bien.

J'ai fait à ce sujet un grand nombre d'expériences, qui ont donné constamment le même résultat. Je n'en ai fait figurer que trois sur mes tableaux ; elles suffiront parfaitement pour faire connaître le phénomène.

Dans l'expérience IV (n° 18), le crâne, dont la capacité était de 1440 centimètres cubes, fut immergé *quatre heures*, puis égoutté une heure et demie, et je trouvai qu'il s'était déjà dilaté de 23^{cc}, 5. Il fut placé alors dans la caisse humide, et je constatai au bout de trois jours qu'il avait encore gagné 9^{cc}, 5, quoique son poids eût diminué de 9 grammes par suite de l'égouttement.

Dans l'expérience V (n° 7), *quarante minutes* d'immersion donnèrent d'abord une dilatation de 46^{cc}, 5. Placé dans la caisse humide, le crâne, au bout d'un jour, avait perdu 8 grammes d'eau, et sa capacité s'était accrue de 12^{cc},5 ; un jour plus tard,

il avait encore perdu 2 grammes d'eau, et gagné 5^{cc},5. Ainsi, la dilatation qui s'était effectuée dans la caisse humide avait été de 18 centimètres cubes, quoique le poids eût diminué de 10 grammes. Une nouvelle immersion prolongée pendant quatre jours consécutifs n'augmenta la capacité que de 2 centimètres cubes.

Dans l'expérience VI (n° 17), le crâne ne fut immergé que *cinq minutes*. Cubé après deux heures d'égouttement, il retenait 81 grammes d'eau et sa capacité s'était accrue de 13 centimètres cubes. On le plaça alors dans la caisse humide, où il se dilata, le premier jour de 18 centimètres cubes ; les jours suivants, la dilatation s'accrut encore de 1^{cc}.5 ; le crâne avait donc gagné dans la caisse humide, 19^{cc}, 5. Une seule immersion de cinq minutes avait suffi pour produire ce résultat, et, chose digne de remarque, une nouvelle immersion de trente et une heures ne produisit pas une dilatation plus grande.

Dans un cas qui ne figure pas sur mes tableaux, un crâne, du poids de 540 grammes et d'une capacité de 1631 centimètres cubes, fut immergé *deux secondes seulement*. Essuyé, égoutté par secousses et rincé intérieurement immédiatement après, il pesait au bout d'une demi-heure 605 grammes, et cubait 1640 centimètres cubes. Il fut alors placé dans la caisse humide; au bout de vingt-quatre heures, je trouvai que son poids était descendu à 596^{gr},50 et que sa capacité avait monté à 1665 centimètres cubes. — Ainsi, un bain de deux secondes a suffi pour amener une dilatation qui au bout d'une demi-heure était déjà de 9 centimètres cubes, qui au bout d'un jour était de 34 centimètres cubes, et qui probablement se serait encore accrue les jours suivants si l'expérience avait été poussée plus loin.

Ces faits, surtout le dernier, prouvent que la dilatation n'est pas le résultat d'une imbibition pure et simple, et qu'elle se produit à mesure que l'eau simplement imbibée passe à l'état d'*eau d'hydratation*.

Pour préciser davantage, je diviserai en trois parties distinctes la quantité d'eau qu'un crâne immergé entraîne avec lui au sortir du bain :

1° Une certaine quantité d'eau mouille les surfaces, remplit les sinus, grands ou petits, les gros canaux osseux, les cellules mastoïdiennes, et enfin les cellules du tissu spongieux. Cette eau,

simplement infiltrée, n'est entraînée que par sa faible adhérence avec les surfaces qu'elle mouille ; elle s'écoule d'abord en ruisselant, puis goutte à goutte, sous l'influence de la seule pesanteur. J'appellerai cette eau simplement infiltrée, l'*eau d'infiltration*. Elle ne fait que traverser les os, elle ne prend aucune part aux changements du tissu osseux. Je ne la mentionne que pour mémoire, car elle ne figure pas dans mes pesées;

2° Une seconde partie de l'eau entraînée par les crânes pénètre dans les porosités du tissu propre des os, dans les canalicules microscopiques, et dans les cavités des ostéoplastes. Elle est réellement retenue, non par une affinité particulière, mais par la seule capillarité, qui l'empêche d'obéir à la pesanteur. Elle ne s'égoutte donc pas; elle ne s'échappe que par l'évaporation. Comme elle n'est qu'interposée dans les interstices microscopiques du tissu osseux, je l'appellerai l'*eau d'interposition ;*

3° Enfin, une troisième partie pénètre par une véritable hydratation dans la substance même du tissu osseux, avec laquelle elle se marie, et dans laquelle elle est attirée par une affinité particulière. Cette *eau d'hydratation* est la seule qui modifie les molécules osseuses et qui produise le phénomène de la dilatation. L'eau d'interposition, lorsqu'elle n'est qu'interposée, reste étrangère à ce phénomène; mais elle constitue une provision interstitielle qui fournit de l'eau à la substance osseuse en voie d'hydratation.

Lorsqu'un crâne est imprégné d'une quantité d'eau supérieure à celle qui peut hydrater la substance propre des os, la dilatation s'effectue tout aussi bien dans la caisse humide que dans la cuve à immersion. Toute l'eau qui dépasse cette quantité est un excès et est sans effet sur le phénomène de la dilatation. Voilà pourquoi, dans les expériences d'immersion, la dilatation des crânes n'est nullement proportionnelle à la quantité d'eau retenue par les crânes et pourquoi, lorsqu'on les laisse dessécher naturellement à l'air libre, leur rétraction marche beaucoup plus lentement que leur diminution de poids. L'eau d'interposition s'évapore plus vite que l'eau d'hydratation; et, lorsque les crânes sont presque revenus à leur poids normal, lorsqu'ils retiennent à peine 2 ou 3 grammes d'eau de plus qu'avant l'expérience leur capacité reste encore accrue de 10, de 15 et de 20 centimètres cubes.

Je n'en dirai pas davantage ici sur les deux phénomènes simultanés, mais non proportionnels, du desséchement naturel et de la rétraction des crânes soumis à l'immersion. J'ai étudié ces phénomènes en détail dans le mémoire que j'ai communiqué à la Société d'anthropologie en janvier dernier ; on y trouvera le tableau, relevé jour par jour des changements de poids et de volume pendant la période de desséchement (1).

J'ai établi dans ce travail une distinction entre les effets de l'eau en nature et ceux de la vapeur d'eau. Cette différence, que j'avais alors constatée expérimentalement, se trouve maintenant expliquée. Les crânes exposés à l'air humide ne renferment pas d'eau d'interposition ; toute la vapeur qu'ils attirent se fixe dans leur tissu, et lorsque ensuite ils sont exposés à l'air libre, ils n'ont à perdre que cette eau d'hydratation. Aussi remarque-t-on que leur capacité revient au chiffre primitif beaucoup plus promptement que celle des crânes imbibés d'eau en nature.

Si l'on songe que les crânes extraits d'un sol humide sont imbibés d'*eau en nature*, on comprendra pourquoi leur rétraction ne s'opère ensuite que très-lentement.

Les expériences XVIII et XIX ont fourni la preuve de ce fait. Dans l'expérience XVIII, quatre crânes ont été cubés pour la première fois plus d'un mois après l'exhumation, mais neuf jours seulement après avoir été extraits d'une grande caisse où ils avaient été emballés au sortir du cimetière. Ils étaient donc encore beaucoup plus humides que ne le sont ordinairement des crânes exhumés depuis plusieurs semaines; mais il n'est pas douteux, cependant qu'ils n'eussent déjà perdu une notable partie de leur poids, et ce qui le prouve d'ailleurs, c'est qu'ils avaient cédé assez d'eau à la paille de l'emballage pour la rendre très-humide. Ces crânes, cubés ensuite à divers intervalles, ont subi une rétraction qui a varié entre 21 et 37 centimètres cubes. L'avant-dernier examen a été fait cinq mois après l'exhumation ; deux des crânes étaient déjà parvenus au terme de leur rétraction (n° 21 et n° 22), mais deux autres étaient encore supérieurs de 6 et de 7 centimètres cubes à leur capacité définitive.

Dans l'expérience XIX, les crânes ont été cubés trois jours

1. *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1874, p. 63 et dans ce volume p. 102.

après l'exhumation. En un mois et demi, ils ont subi une rétraction de 27 à 34 centimètres cubes. La rétraction a été en moyenne un peu plus forte que dans le premier cas, probablement parce que les crânes de l'expérience XVIII étaient déjà un peu rétractés le jour du premier cubage : mais elle a été surtout plus rapide, ce qui est dû sans doute en grande partie à la différence des saisons, l'expérience XVIII ayant été commencée en décembre, et l'expérience XIX ayant été faite dans les mois d'avril et de mai, qui ont été fort chauds cette année.

En étudiant les détails des tableaux de ces deux expériences, on verra que plusieurs crânes ont continué à se rétracter encore d'une manière notable, alors que leur poids était déjà à peu près stationnaire. Il ne suffit donc pas d'attendre pour pratiquer le cubage que les crânes paraissent secs; il faut laisser écouler quelque temps encore, ainsi que je l'ai déjà dit dans l'un des paragraphes précédents.

On a vu plus haut que l'humectation artificielle produit une dilatation qui varie entre 29 et 74 centimètres cubes. La dessiccation artificielle produit un effet inverse, et presque aussi grand, qu'on pourra étudier sur le tableau de l'expérience X.

Les sept crânes inscrits sur ce tableau ont été traités alternativement par l'immersion et par la dessication à l'étuve. L'humectation les a dilatés de 35 à 74 centimètres cubes, la dessiccation à l'étuve les a fait descendre de 30 à 53 centimètres cubes au-dessous de leur capacité primitive, et la somme de ces écarts a été au minimum de 82, au maximum de $104^{cc},5$.

Si l'on représente par 100 la capacité minimum constatée au sortir de l'étuve (expérience X, lettre B), on trouve que la capacité constatée après l'humectation l'emporte toujours sur la première de plus de 5 pour 100, ordinairement de 6 pour 100, et une fois même de 7,16 pour 100. Ce changement énorme mérite d'être signalé. Mais il n'a que peu d'intérêt pratique, puisqu'il ne se produit que dans des conditions artificielles.

J'arrive enfin à l'étude des changements que produit l'action de l'air humide sur les crânes. De toutes les questions que j'ai abordées dans ce travail, celle-ci est la plus grave, c'est celle du moins qui a l'importance la plus générale, car, s'il dépend de nous

de soustraire une fois pour toutes les crânes à l'action de l'eau en nature, il est à peu près impossible de les soustraire complétement à l'influence des variations atmosphériques.

Il y a donc là une cause d'erreur qui est de nature à préoccuper vivement les craniologistes.

Pour apprécier cette cause d'erreur dans toute sa gravité, reportons-nous à l'expérience IX. Deux crânes naturellement secs (n°s 28 et 8) ont été placés l'un auprès de l'autre dans la nouvelle caisse humide, et ils y ont séjourné jusqu'à ce que leur poids fût devenu stationnaire. Ce résultat a été atteint pour l'un d'eux au bout de quatorze jours, pour l'autre au bout de dix-sept jours. Le n° 28 a été cubé presque tous les jours. Au bout de vingt-quatre heures, il avait déjà absorbé 9 grammes d'eau environ et s'était dilaté de 18 centimètres cubes; au bout de neuf jours il avait gagné en poids 24 grammes, en capacité 38 centimètres cubes; à la fin de l'expérience, l'accroissement du poids était porté à 28^{gr},60, et celui de la capacité à 49^{cc},50, représentant 3.21 pour 100 de la capacité primitive. L'autre crâne a été pesé tous les jours, mais n'a été cubé pour la seconde fois que le dernier jour; il avait alors subi une dilatation de 29^{cc},50 ou de 2.10 pour 100 et un accroissement de 33^{gr},20.

Ces deux crânes, traités ensuite par l'immersion, sont devenus beaucoup plus lourds, mais leur capacité ne s'est pas accrue, tant s'en faut, dans la même proportion. Le n° 8 a encore gagné, il est vrai, 15 centimètres cubes, mais le n° 28 n'a gagné que 4^{cc},5, de sorte que dans ce dernier cas, l'action de la vapeur d'eau a été presque aussi forte que celle de l'immersion.

Dans les expériences d'immersion ou dans les observations faites sur des crânes mouillés d'une manière quelconque, il est impossible d'apprécier la quantité d'eau d'hydratation, qui, dans les pesées, ne peut être distinguée de l'eau d'interposition. On ne peut donc connaître le rapport qu'il peut y avoir entre le phénomène de l'hydratation proprement dite et celui de la dilatation. Les expériences dans la caisse humide, n'introduisant dans le tissu osseux que de l'eau d'hydratation, permettent d'étudier ce rapport.

La comparaison des deux crânes de l'expérience IX nous montre tout d'abord que ce rapport est assez variable suivant les

crânes. Le n° 8, au sortir de la caisse humide, avait augmenté en poids de 4.77 pour 100, en capacité de 2.10. Si la dilatation du n° 28 s'était faite dans la même proportion, ce crâne, dont le poids s'est accru dans la caisse humide de 5.26 pour 100, aurait dû gagner en capacité seulement 2.30 pour 100, c'est-à-dire 35^{cc},4. Au lieu de cela, il a gagné 3.21 pour 100 ou 49^{cc},5. La dilatation du n° 28 a donc été beaucoup plus forte, eu égard à la proportion d'eau absorbée, que celle du n° 8.

Cette différence peut être exprimée sous une forme moins rigoureuse, mais plus frappante si l'on remarque que le n° 8 n'a gagné que 29^{cc},5 pour 33 grammes d'eau absorbée, c'est-à-dire 0^{cc},8 par gramme d'eau, tandis que le n° 28 a gagné 49^{cc},5 pour 28^{gr},6 d'eau, c'est-à-dire 1^{cc},7 par gramme d'eau. La dilatation produite par 1 gramme d'eau a donc été presque deux fois plus forte sur le n° 28 que sur le n° 8.

Ainsi le rapport de l'accroissement de poids à l'accroissement de capacité vario beaucoup suivant les crânes ; mais pour un même crâne, considéré à ses divers degrés d'hydradation, le rapport est moins variable. Nous voyons en effet sur le n° 28, qui a été cubé après chaque pesée, qu'au bout de quatre jours l'accroissement de capacité était de 1^{cc},6 par gramme d'eau (30 centimètres cubes pour 18^{gr},30) ; au bout de neuf jours, le rapport était encore de 1^{cc},6 par gramme (38 centimètres cubes pour 23^{gr},80), et enfin le dernier jour ce rapport était à peine changé : 1^{cc},7 par gramme. Le rapport s'est donc maintenu à peu près le même pendant toute la durée de l'expérience, excepté toutefois pendant la première journée, où il a été de 2 centimètres cubes par gramme d'eau.

Lorsqu'on voit un crâne gagner, sous la seule action de l'air humide, près de 50 centimètres cubes, lorsqu'on songe surtout que ce crâne avait déjà gagné 18 centimètres cubes au bout de vingt-quatre heures, on ne peut se défendre de concevoir quelques inquiétudes sur les erreurs craniométriques qui peuvent résulter des changements hygrométriques de l'atmosphère. Mais on remarquera que l'air de la caisse humide marque 100 degrés à l'hygromètre en toute saison, qu'il est par conséquent *absolument* saturé d'humidité, et que l'humidité de l'air libre reste toujours au-dessous de la saturation. Or, on sait que l'affinité

des corps pour la vapeur d'eau diminue à mesure qu'ils en contiennent davantage, et devient nulle lorsqu'ils en sont saturés. Ainsi, quand l'air renferme toute la quantité de vapeur d'eau qu'il peut contenir sous une température donnée, il ne la retient plus ; tout corps possédant la plus faible propriété hygrométrique a alors plus d'affinité pour la vapeur d'eau que cet air saturé, et lui en enlève toute la quantité qui est nécessaire pour le saturer lui-même.

Mais l'air non saturé, alors même qu'il est très voisin de la saturation correspondant à sa température, conserve encore une certaine affinité pour la vapeur d'eau ; il la *retient* à un degré quelconque, et il ne la cède qu'aux corps moins rapprochés que lui de leur état de saturation. Il y a tel corps qui, dans un air saturé, pourrait absorber par exemple 10 pour 100 de vapeur d'eau, et qui n'en absorberait par exemple que 1 ou 2 pour 100, si la proportion de cette vapeur qui est contenue dans l'air, baissait seulement d'un dixième.

Il y a donc une très grande différence entre les effets d'un air *complètement* saturé de vapeur d'eau, comme celui de ma nouvelle caisse humide, et ceux d'un air *presque* saturé d'humidité, comme celui de mon ancienne caisse humide. Et il suffira, pour s'en convaincre, de comparer les résultats de l'expérience IX avec ceux de l'expérience VIII.

Dans cette dernière expérience, au bout de quatre jours entiers, trois crânes placés dans l'ancienne caisse humide n'avaient gagné en poids que de 2 à 4 grammes et en capacité que de 1 à 5 centimètres cubes, accroissement insignifiant, qui n'est même démontré que pour le numéro 13 (5 centimètres cubes), et qui reste douteux pour les deux autres, puisque les changements de moins de 5 centimètres cubes ne sont pas déterminés avec certitude par nos moyens de cubage (1). Le crâne n° 28 de l'expérience IX, au bout du même temps, c'est-à-dire au bout de quatre jours, avait absorbé dans la nouvelle caisse humide 18gr,30 d'eau et sa capacité s'était accrue de 30 centimètres cubes. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, la dilatation a été au moins six fois plus

1. Je dois dire toutefois que la précaution que j'ai prise de déterminer la capacité, en prenant la moyenne de quatre cubages pour chaque crâne, donne une certaine valeur même au plus faible de mes chiffres d'accroissement.

grande dans la nouvelle caisse humide, où l'air est saturé d'humidité, que dans l'ancienne, où l'air est très voisin de la saturation. Cela prouve que la sensibilité hygrométrique des crânes décroît beaucoup plus rapidement que le degré d'humidité de l'air (1).

Cette remarque est de nature à nous rassurer sur les effets des variations hygrométriques de l'atmosphère, car si l'on peut voir, à certains jours d'hiver, un hygromètre monter, à l'air libre, jusqu'à 98 degrés, cette humidité excessive n'est que de peu de durée, et jamais d'ailleurs l'hygromètre ne monte aussi haut, tant s'en faut, dans une chambre close. On peut admettre, je pense, que l'air d'un musée est toujours *beaucoup* moins humide que celui de l'ancienne caisse humide; or, il suffirait qu'il le fût *un peu* moins pour que les changements hygrométriques des crânes fussent considérablement réduits.

L'expérience VII, dans laquelle les crânes ont subi pendant seize jours l'action de l'air d'une cave très humide où l'hygromètre marque habituellement 98 degrés, semble au premier abord se rapprocher plus que les précédentes des conditions naturelles. Il n'en est rien cependant. Cette cave, étroite et longue, *n'a pas de soupirail*; l'escalier qui y conduit donne sur un corridor, et est fermé en haut et en bas; l'air de la cave est donc confiné presque autant que celui de l'ancienne caisse humide. Il n'échappe pas entièrement pour cela à l'influence des variations hygrométriques de l'air extérieur, mais il les subit lentement et avec plusieurs jours de retard. Ainsi, en confrontant les résultats

1. Cette diminution des effets de l'humidité sur les substances organiques lorsque l'air approche de la saturation, n'est pas propre au tissu osseux; elle se manifeste également sur le cheveu de l'hygromètre. Je trouve, sur un tableau publié en 1845 par M. V. Regnault (*Annales de physique et de chimie*, 3e série, t. XV, p. 187), le résultat d'expériences faites avec l'hygromètre à cheveu pour déterminer le rapport des degrés de cet instrument avec la quantité d'eau contenue dans l'air. Cette quantité est exprimée par des *fractions de saturation*, la saturation complète étant représentée par 1. De 0 degré à 93 degrés de l'hygromètre, la fraction de saturation s'élève seulement de 0.000 à 0.778. Pour les sept derniers degrés, elle augmente de 0.222. Ainsi, lorsqu'on approche de la saturation, il faut que la quantité d'eau contenue dans l'air s'accroisse de 22 pour 100, pour que la dilatation du cheveu s'accroisse de 7 pour 100. Il est fâcheux que l'auteur n'ait pas étudié les fractions de saturation correspondant aux degrés compris entre 93 et 100. J'ai lieu de croire qu'il aurait trouvé qu'il faut ajouter dans l'air moins d'humidité pour passer de 93 degrés à 98 degrés que pour passer de 98 degrés à 100 degrés, peut-être même que pour passer de 99 degrés à 100 degrés. Les expériences de M. Regnault ont été faite sous une température de 25 degrés.

de l'expérience VII avec les observations hygrométriques de l'observatoire de Montsouris, dont je dois la communication à l'obligeance de M. Marié-Davy, je vois que le poids des crânes placés à la cave, après s'être accru sans interruption du 29 décembre au 11 janvier, a diminué de 1 à 4 grammes pendant les trois jours suivants. Or, il se trouve précisément que la période du 11 au 14 janvier a été la plus humide de tout l'hiver; mais la semaine précédente, qui avait succédé à une semaine très humide, avait été relativement sèche. Ce n'est donc pas le jour même, mais seulement au bout de plusieurs jours, que les variations hygrométriques de l'air extérieur se font sentir dans cette cave sans soupirail.

On comprend ainsi pourquoi les crânes de l'expérience VII ont pu subir du 11 au 14 janvier une légère diminution de poids et de capacité. Mais ce changement même prouve qu'ils étaient dès lors parvenus à un degré d'hydradation qu'ils n'auraient pas sensiblement dépassé s'ils avaient séjourné plus longtemps dans la cave. L'expérience VII nous donne donc à peu près la limite de la dilatation que les crânes peuvent subir dans la cave la plus humide.

L'un des crânes avait gagné au bout de seize jours $7^{cc},50$, un autre $10^{cc},50$, et le troisième enfin 22 centimètres cubes. Ces chiffres, même le dernier, sont bien inférieurs à ceux que nous ont donné les expériences dans la nouvelle caisse humide. Ils dépassent toutefois encore de beaucoup les limites de ce que j'ai appelé l'*erreur permise*.

Mais il est clair que jamais dans une chambre close, même dans une chambre sans feu, même dans les temps les plus humides, l'humidité de l'air n'est comparable à celle d'une cave sans soupirail. Si parfois, à de certains moments, un jour de dégel rapide par exemple, les effets de l'humidité extérieure s'y font sentir à un haut degré, cela ne dure que fort peu de temps; et si cela suffit pour agir fortement sur le cheveu de l'hygromètre, cela ne suffit pas pour modifier notablement le poids et le volume des crânes, car il s'écoule plusieurs jours, on l'a vu dans l'expérience VIII, avant que l'action d'un air presque saturé d'humidité produise sur la capacité des crânes un accroissement dépassant l'erreur permise.

Il doit donc déjà paraître fort probable que les vicissitudes auxquelles les crânes sont exposés dans un musée ne doivent exercer qu'une faible influence sur leur capacité ; c'est ce que l'expérience XX m'a permis de constater directement. Trois crânes, cubés le 1er mars sous une température de + 10 degrés, l'ont été de nouveau le 10 juin sous une température de + 25 degrés (les jours précédents le thermomètre avait monté à 30 et 31 degrés). Le numéro 31 n'avait perdu que 3 centimètres cubes ; le numéro 32, 4cc,5, et le numéro 30 enfin avait perdu 7 centimètres cubes. Ce dernier chiffre est le seul qui ne soit pas tout à fait insignifiant ; mais le crâne n° 30 avait été choisi à dessein à cause de son ampleur exceptionnelle ; sa capacité qui s'élève à 1,746 centimètres cubes, dépasse de 250 centimètres cubes les moyennes ordinaires, et il est tout naturel que sur un crâne aussi grand les oscillations de la capacité soient plus fortes que sur les autres crânes.

En résumé, les variations naturelles de la température et de l'humidité atmosphériques ne font subir à la capacité du crâne que des modifications sans importance, et nous pouvons répéter au sujet du cubage ce que nous avons déjà dit à l'occasion de la mensuration des diamètres et des courbes, savoir : que, lorsque les crânes sont une fois débarrassés de l'humidité du sol, ils arrivent à un état qui, sans être tout à fait stationnaire, ne varie plus que faiblement, — et qu'on peut, dès lors, pratiquer en tout temps la craniométrie, sans avoir à se préoccuper de la température et des saisons.

Je dois remercier, en terminant ce travail, les personnes qui ont bien voulu m'aider dans mes expériences. M. Chudzinski, second préparateur de mon laboratoire, m'a secondé avec un zèle et une intelligence que je suis heureux de signaler. Les expériences de calcination et les pesées délicates de l'expérience XXIV ont été faites avec le précieux concours de M. Hardy, préparateur du cours de pharmacologie de la Faculté, et de M. Galippe, chef des travaux chimiques du laboratoire de l'hôpital des Cliniques. J'exprime, en outre toute ma reconnaissance au savant directeur de l'observatoire de Montsouris, M. Marié-Davy, qui a eu l'obligeance de mettre à ma disposition les relevés complets des observations hygrométriques et thermométriques faits chaque jour depuis six mois.

Les faits consignés dans ce mémoire sont trop nombreux et trop variés pour pouvoir être analysés sous forme de propositions. Je me bornerai donc à présenter ici une dernière fois les conclusions générales qui se rapportent à la craniométrie pratique :

1° Les propriétés hygrométriques des crânes, que M. Welcker a signalées le premier, mais dont il a méconnu l'importance, introduisirent dans la craniométrie de graves causes d'erreurs, en faisant varier les diamètres, les courbes et la capacité bien au delà des limites de l'erreur permise ;

2° Les crânes exhumés depuis peu de temps subissent, en se desséchant, une rétraction considérable ; leur poids, leurs diamètres, leurs courbes, leur capacité changent alors de jour en jour, et les mensurations pratiquées pendant cette période sont tout à fait trompeuses. C'est seulement au bout de cinq mois dans la saison froide, et de deux mois dans la saison chaude, que les crânes deviennent à peu près stationnaires et qu'on peut les mesurer avec sécurité ;

3° Passé ce délai, les crânes des musées ne subissent plus, sous l'influence des variations thermométriques et hygrométriques naturelles, que des changements trop faibles pour nuire aux recherches craniométriques ; on peut donc procéder à ces recherches en toute saison.

LISTE

Indiquant la provenance des pièces qui ont servi aux expériences.

(Voir, pour les détails, les pages suivantes.)

A. CRANES.

Numéros d'ordre portés sur les tableaux d'expér.	Provenance des crânes et numéros qu'ils portent dans leurs séries.
1	Ossuaire de Sainte-Marine (dix-septième siècle), n° A.
2	Id., n° 7.
3	Id., n° 8.
4	Id., n° 12.
5	Id., n° 16.
6	Id., n° 33.
7	Id., n° 9.
8	Id., n° 22.
9	Id., n° 36,
10	Cimetière de Saint-Pierre aux Bœufs (dix-sept. siècle), n° 3.
11	Id., n° 4.
12	Cimetière de la Salpêtrière (dix-huitième siècle), n° 2.
13	Cimetière de l'Ouest (dix-huitième et dix-neuvième siècle), O_1.
14	Id., O_2.
15	Id., H.
16	Id., PoH, n° 6.
17	Cimctière de l'Ouest (suite), PoH, n° 30.
18	Id. PoH, n° 2.
19	Cimetière de Zaandam (dix-neuvième siècle), n° 2.
20	Id., n° 3.
21	Id., n° 12.
22	Id., n° 17.
23	Cimetière de Puiseux (dix-neuvième siècle), n° 1.
24	Id., n° 2.
25	Id., n° 3.
26	Id., n° 4.
27	Caverne de Baye (pierre polie) n° 5.
28	Id., n° 20.
29	Bucharest (1873), collection Cantacuzène, n° 12.
30	Caverne de l'Homme-Mort (pierre polie), n° 1.
31	Ile d'Eléphantine, n° 14.
32	Guanche, n° 9.

B. OS DIVERS.

33	Fémur de négresse (1873).
34	Fémur de l'ossuaire de Saint-Jean de Luz (quinzième siècle).
35	Fémur de la caverne de l'Homme-Mort (pierre polie).
36	Côte de la même caverne.
37	Autre côte de la même caverne
38	Mâchoire inférieure de la même caverne.
39	Mâchoire inférieure du crâne n° 29.
40	Tibia du cimetière de Saint-Marcel (huitième siècle).

EXP. I. — *Cinq crânes secs aux sutures soudées ; deux jours d'immersion. — Desséchement dans une chambre chauffée.*

	Poids des crânes.					Capacité des crânes.				
Numéros des crânes :	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
Crânes secs, avant l'expérience	gr. 755.5	532	679	526	727	cc. 1343	1312	1631	1581	1425
26 décembre 1873, après 1 jour d'immersion	835	604	750	603	834	1375	1341	1674	1626	1451
Augmentation absolue	79.5	72	71	77	107	32	29	43	45	26
Augmentation en centièmes	10.5 %	13.5	10.4	14.6	14.7	2.38 %	2.21	2.63	2.84	1.82
27 décembre, après 2 jours d'immersion	—	610	—	608	837	—	1348	—	1634	1466
Augmentation depuis le début absolue	—	78	—	82	110	—	36	—	53	41
Augmentation depuis le début en centièmes	—	14.6	—	15.6	15.1	—	2.74	—	3.35	2.87
Desséchement : après 1 jour d'évaporation	812	582	728	581	802	1372	1343	1671	1628	1458
— 3 —	772	549	698	546	747	1370	1336	1660	1611	1455
— 9 —	761	537	687	529	730	1361	1330	1645	1606	1443
— 21 —	756	535	681	526	727	1356	1324	1646	1604	1436
Augmentation absolue depuis le début	0.5	3	2	0	0	13	12	15	23	11
Le 21 avril, après 115 jours d'évaporation	752.5	534.5	680	524	724	1348	1320	1630	1595	1428
Augmentation absolue depuis le début	—3gr	+2.5	+1	—2	—3	+5cc	+8	—1	+14	+3

EXP. II. *Trois crânes aux sutures libres ; trois jours d'immersion. — Desséchement dans une chambre chauffée.*

	Poids.			Capacité.		
Numéros des crânes :	13	14	15	13	14	15
Crânes secs, avant l'expérience.	743	437	741	1379	1349	1643
5 janvier 1874, après 3 jours d'immersion	824	485	904	1409	1388	1691
Augmentation absolue	81	48	163	30	39	48
Augmentation en centièmes.	10.9 °/₀	10.9	22.0	2.17 °/₀	2.88	2.92
6 janvier, après 1 jour d'évaporation	762	445.5	781	1404	1365	1681
14 janvier, après 9 jours d'évaporation	753	441	755	1394	1358	Désarticulé pendant le cubage du 14 janvier.
17 janvier, après 12 jours d'évaporation	752	441	755	1387	1355	
Augmentation absolue depuis le début	9	4	14	8	6	

EXP. III. (crâne n° 1). *Crâne éburné et entièrement soudé. — Immergé d'abord deux jours ; seconde immersion de quatre jours.*

	Capacité moyenne.
10 mai 1872, avant l'expérience	1422.80
12 mai, après 48 heures d'immersion	1442.60
Augmentation absolue	19cc,80
Augmentation en centièmes	1.39 °/₀
Séché à l'air 7 jours, et 6 heures à l'étuve. Le 19 mai.	1427.75
23 mai, après 4 nouveaux jours d'immersion	1446.20
Augmentation depuis le début absolue	23cc,40
Augmentation depuis le début en centièmes	1.64 °/₀
25 mai, après 2 jours d'évaporation	1438.66
1er juin, après 7 jours d'évaporation	1430.33
15 juin, après 23 jours d'évaporation	1425.66
Augmentation absolue depuis le début	2cc,86

EXP. IV (crâne n° 18). *Immersion de quatre heures. La dilatation continue ensuite dans la caisse humide.*

	Poids.	Capacité.	Accroissement de capacité. absolue.	Accroissement de capacité. en centièmes
Le 16 avril, avant l'expérience	599	1440		
Le 16, après 4 heures d'immersion et 1 heure et demie d'égouttement	658	1463.5	cc. 23.5	1.63 °/₀
Le 17, après 24 heures dans l'ancienne caisse humide	651	1462		
Le 18	650	1463.5		
Le crâne continue à séjourner dans la caisse humide jusqu'au 27. Il est alors laissé à l'air — Le 20	649	1473	33	2.29 °/₀
Le 21	649	1470.5		
Le 22	649	1469		
Le 23	648	1470		
Le 24	646	1465.5		
Le 27	644.5	1458.5		
Le 4 mai, après 7 jours d'évaporation à l'air libre	600	1449		

Exp. V. (crâne n° 7). *Poids et capacite. Immersion de quarante minutes. La dilatation continue ensuite dans la caisse humide. — Nouvelle immersion de quatre jours.*

	Poids.	Augmentation depuis le début.	Capacité.	Augmentation absolue.	Augmentation en cent.
	gr.				
Le 27 avril, avant l'expérience......	633.50	gr.	1488	cc.	
Le 27 avril, immersion de 40 minutes.	720.50	87.00	1535.5	46.5	3.12 °/₀
Le 28, après 1 jour dans l'ancienne caisse humide....................	712.50		1548		
Le 29, après 2 jours id..............	710.50		1553.5	65.5	4.40 °/₀
Le 30, après 3 jours id..............	708		1551		
Le 2 mai, après 5 jours id...........	708		1552		
Le 3 mai, après 6 jours id...........	705.50		1543		
Nouvelle immersion pendant 4 jours consécutifs...... 4 mai, 1 jour d'immersion.	731		1554.5		
5 mai, 2 j. id..	733	99.50	1555.5	67.5	4.53 °/₀
7 mai, 4 j. id..	732		1453		
Le 17 mai, après 10 jours d'évaporation à l'air libre..................	635.50	2	1529.5	41.5	2.79 °/₀

(Ce crâne, soumis ensuite à une nouvelle immersion, a subi une dilatation de 74cc,5. Voir l'expérience XIII.)

Exp. VI. (crâne n° 17). *Poids et capacité. Immersion de cinq minutes. Dilatation dans la caisse humide. — Nouvelle immersion de trente-et-une heures.*

	Poids.	Augmentation.	Capacité.	Augmentation absolue.	Augmentation en cent.
	gr.		cc.		
Le 3 mai, avant l'expérience...........	678		1207		
Le 3 mai, après 5 minutes d'immersion et 2 heures d'égouttement..........	759	gr. 81	1220	cc. 13	1.07 °/₀
Le 4 mai, après 1 jour dans la nouvelle caisse humide.................	756	78	1238		
Le 5 mai, après 2 jours id.............	754		1236		
Le 7 mai, après 4 jours id.............	754		1239.5	32.5	2.69 °/₀
Immersion de 31 heures. Le 8 mai.....	779	101	1236		
Le 9 mai, après 24 heures d'évaporation.	745		1231		

Exp. VII. *Humectation dans la cave très humide de l'École pratique.*

	Poids.			Capacité.		
Numéros des crânes :	12	10	11	12	10	11
Le 29 décembre 1873, avant l'expérience....	gr. 489	680	618.5	cc. 1221.50	1384.50	1402
Le 5 janvier, après 7 jours de cave..............	505.50	697	627.5	1224.75	1394	1410.50
Le 11 janvier, après 13 jours de cave.........	508	702	630	1230	1406.50	1417
Le 14 janvier, après 16 jours de cave.........	506	698	629	1229	1406.50	1412.50
Aug. depuis le début.. absolue....	17	18	10.50	7.50	22.00	20 50
Aug. depuis le début.. en centièm.	3.5 °/₀	2.6 °/₀	1.7 °/₀	0.61 °/₀	1.71 °/₀	0.74 °/₀
17 janvier, après 3 jours d'évaporation dans une chambre chauffée une partie de la journée..	498	694	625	1220.75	1385	1402

Exp. VIII. *Humectation dans l'ancienne caisse humide* (crânes soumis ensuite à l'expérience II).

	Poids.			Capacité		
Numéros des crânes :	13	14	15	13	14	15
	gr.	gr.	gr.	cc.	cc.	cc.
Le 27 décembre 1873, avant l'expérience..............	743	437	741	1378.75	1349.50	1343.00
28 décembre après 1 j. dans la caisse humide.........	744	437.7	744	1383.25	1349.25	1644.75
30 décembre après 3 j. id...	746	439	744.5	1385.50	1350.00	1644.75
31 décembre après 4 j. id...	746	439	745	1383.75	1350.25	1646
Augment. depuis le début..	3	2	4	5	0.75	3

Exp. IX. *Crânes secs avant l'expérience. Humectation dans la nouvelle caisse humide. Dilatation considérable, faiblement accrue par l'immersion ultérieure.*

Numéros des crânes :	n° 28 (Baye).				N° 8 (Sainte-Marine).		
	Poids.	Augm.	Capacité.	Augm.	Poids.	Augm.	Capacité.
	gr.						cc.
Le 9 mai, avant l'expérience	543.20		1538		695		1396.50
		gr.		cc		cc.	
Le 10 mai, après 1 jour dans la caisse hum.	552	8.80	1556	18	702	7	
Le 11, après 2 j. id..	556.80		1564		705.80		
Le 12, après 3 j. id..	560		1564.5		709		
Le 13, après 4 j. id..	561.50	18.30	1568	30	710.50	15.50	
Le 14, après 5 j. id..	562		1568		711.80		
Le 15, après 6 j. id..	564.20		1571.5		714.50		
Le 16, après 7 j. id..	565		1573.5		715.70		
Le 18, après 9 j. id..	567	23.80	1576	38	718.50	23.50	
Le 20, après 11 j. id..	568.70		1579.5		721		
Le 23, après 14 j. id..	571.50		1587.5		725		
Le 26, après 17 j. id..	571.80		1585		728.20		
Le 27, après 18 j. id..	571.80	28.60	1587.5	49.50	728.20	33.20	1426
Aug. depuis le début.. absolue.	28gr,60		49cc,5		33.20		29cc,50
Aug. depuis le début.. en cent.	5.26%		3.21%		4.77%		2.10%
Le 27, après 1 minute d'immersion et 1 h. d'égouttement......	610		1588.5		785		1437
Le 28, immersion de 1/2 heure (n° 28) et de 1 h. (n° 8) suivie de 24 h. dans la caisse humide......	616.5		1588		795.5		1440.5
Le 29, après 24 heures d'immersion........	619.5		1592		801.5		1441
Aug. depuis le début.. absolue.	76.3		54cc		106.5		44.5
Aug. depuis le début.. en cent.	14.04%		3.51%		15.32%		3.18%

Exp. X (sept crânes). *Résultats comparatifs de l'humectation complète et de la dessiccation complète. — Maximum et minimum du poids et de la capacité.*

Numéros des crânes :		7	16	8	28	27	9	29
Poids.								
A. Crâne naturellement sec		633.50	582.50	695	543.20	525.70	604.20	760
B. Desséché à l'étuve.....		582	544	642.5	501	485	559.50	703
C. Complètement humecté		731.60	690	801.5	619.5	625.5	710	855
Différences absolues	A—B	51.5	38.5	52.5	42.2	40.7	44.7	57.0
	C—A	98.0	107.5	106.5	76.3	99.8	105.8	95.0
	C—B	149.5	146	159.0	118.5	140.5	150.5	152.0
Différences en cent de A ou coefficients hygrométriques...	A—B	8.12 %	6.61	7.55	7.77	7.74	7.39	7.50
	C—A	15.47 %	18.45	15.32	14.04	18.98	17.51	12.50
	C—B	23.59 %	25.06	22.87	21.81	26.72	24.90	20.00
Capacité.								
A. Crâne naturellement sec		1488	1593.5	1396.5	1538	1367	1621	1656.5
B. Desséché à l'étuve.....		1458	1540.5	1350	1504.60	1323	1576.5	1604
C. Complètement humecté		1562.5	1632.5	1441	1592	1405	1670	1692
Différences absolues	A—B	30.0	53.0	46.5	33.5	44	44.5	52.5
	C—A	74.5	39.0	44.5	54.0	38	49.0	35.5
	C—B	104.5	92.0	91.0	87.5	82	93.5	88.0
Différences en cent de A............	A—B	2.01 %	3.32	3.33	2.17	3.22	2.74	3.17
	C—A	5.00	2.50	3.18	3.51	2.78	3.02	2.14
	C—B	7.02	5.82	6.51	5.68	6.00	5.76	5.31
Diff. en cent. du minimum B..	Poids...	25.68 %	26.83	24.74	23.65	28.97	26.89	21.62
	Capacité	7.16	5.96	6.74	5.81	6.19	5.93	5.48

Exp. XI (crâne n° 17). *Immergé cinq minutes et dilaté ensuite dans la caisse humide.*

	Diamètres longit.	Diamètres transv.	Diamètres vert.	Courbes. Arc occip.-front.	Courbes. Circ. horiz.	Poids.	Capacité.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	gr.	cc.
Le 3 mai, avant l'expérience......	164.5	128.3	126.8	347	490	678	1207
Id., après 5 minutes d'immersion.	165.0	128.7	127.0	349	493	759	1220
Le 7 mai, après 4 jours dans la nouvelle caisse humide........	166.4	130.0	128.0	351	495	753.5	1239
Augmentation depuis le début...	1.9	1.7	1.2	4	5	74.5	32
Le 8 mai, après 1 jour d'immersion.	166.2	129.9	128.0	350	495	779	1236
Le 9, après 1 jour d'évaporation à l'air libre..................	165.9	129.8	128.0	349	495	745	1281

EXP. XII (crâne n° 16). *Immergé quarante minutes, puis cent douze heures. — Ensuite desséché à l'étuve pendant quarante-huit heures, et enfin refroidi sous la cloche à mercure. Fait prouvant que le calorique ne dilate pas les crânes desséchés.*

	Diamètres.			Courbes.			
	longit.	transv.	vert.	Arc occip.-front.	Circ. horiz.	Poids.	Capacité.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	gr.	cc.
Le 2 mai, avant l'expérience.	185.0	141.7	133.2	371	528	582.5	1593.5
Id,, après 40 minutes d'immersion	186.5	142.4	134.5	373	532	672.5	1623
Le 3 mai, après 24 heures d'immersion	187.5	143.4	135.2	374.5	533	676	1632.5
Augmentation depuis le début	2.5	1.7	2 0	3.5	5	93.5	39
Le 7 mai, après 112 heures d'immersion	187.0	143.7	135	374	534	690	1623.5
Le 20 mai, après 13 jours d'évaporation à l'air libre.	185.9	142.4	134	371	528	587	1613
Le 22 mai, après 48 heures dans l'étuve	183.0	139.7	132	366	519	544	1540.5
Diminution depuis le début.	2.0	2.0	1.2	5	9	38.5	53
Ecart maximum entre le 3 mai et le 22 mai	4.5	3.7	3.2	8.5	14	132	92
Le 23 mai, refroidi pendant 24 heures sous la cloche à mercure (température descendue de + 65 degrés à + 20 degrés)	183.0	139.6	132.1	366	519	544	1542

EXP. XIII (crâne n° 7). *Immersion suivie de dessiccation à l'étuve. Refroidissement sous la cloche à mercure. Fait prouvant que le calorique ne dilate pas les crânes desséchés.*

(Ce crâne, qui avait déjà servi à l'expérience V, du 27 avril au 17 mai, a été remis en expérience le 17 mai ; il s'est dilaté un peu plus que la première fois.)

	Diamètres.			Courbes			
	longit.	transv.	vert.	Arc. occip.-front.	Circ. horiz.	Poids.	Capacité.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	gr.	cc.
Le 18 mai, après 24 heures d'immersion	174.9	141.6	136.5	359	522	731.5	1562.5
Le 21 mai, après 58 heures d'étuve	171.8	137.0	133.0	350	507	582	1458
Diminution	3.1	4.6	3.5	9	15	146.5	104.5
Le 22 mai, refroidi pendant 24 heures sous la cloche à mercure (température descendue de + 60 degrés à + 20 degrés)	171.6	137.4	133.0	350	507	582	1459

Exp. XIV (crânes n° 28 et n° 8). *Immersion suivie de dessiccation à l'étuve.*

(Ces crânes ont déjà servi à l'expérience IX.)

Crâne n° 28.	Diamètres. longit.	Diamètres. transv.	Diamètres. vert.	Courbes. Arc occip.-front.	Courbes. Circ. horiz.	Poids.	Capacité.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	gr.	cc.
Le 9 mai, avant l'expérience...						543.2	1538
Le 27 mai, après 18 jours dans la caisse humide....	176.1	131.0	133.8	370	520	571.8	1587.5
Après 1 minute d'immersion et 1 heure d'égouttement.	176.2	131.0	134.0	371.5	520	610	1588.5
Le 29 mai, après 1 jour d'immersion et 1 jour de caisse humide..................	176.2	131.7	135.2	372	520	619.5	1592
Le 2 juin, desséché 80 heures à l'étuve.................	173.5	128.3	131.2	363	508	501	1504.5
Diminution à l'étuve........	2.7	3.4	4.0	9	12	118.5	87.5
Crâne n° 8.							
Avant l'expérience						695	1396.5
Le 27 mai, après 18 jours dans la caisse humide..........	175.3	135.8	126.5	365	516	728.20	1426
Id., après 1 minute d'immersion et 1 heure d'égouttement....................	175.3	136.0	127.0	365.5	517	785	1437
Le 29 mai, après 1 jour d'immersion et 1 jour de caisse humide..................	175.6	136.0	128.0	367	517.5	801	1441
Le 1er juin, desséché 56 heures à l'étuve.................	171.8	133.0	123.9	357	504	642.50	1350
Diminution à l'étuve........	3.8	3.0	4.1	10	13.5	159.50	91

Exp. XV (crânes n°s 27 et 9). *Dessiccation à l'étuve, suivie d'immersion.*

Crâne n° 27.	Diamètres. longit.	Diamètres. transv.	Diamètres. vert.	Courbes. Arc occip.-front.	Courbes. Circ. boriz.	Poids.	Capacité.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	gr.	cc.
Le 12 mai, avant l'expérience.	181.1	133.8	130.7	364	507	525.7	1367
Le 13 mai, après 9 heures d'étuve à 60 degrés.......	179.1	132.8	129.0	360	502	495.8	1335.5
Le 16 mai, après 49 heures d'étuve en tout...........	179.0	132.3	129.0	359	500	485	1323
Diminution depuis le début.	2.1	1.5	1.7	5.0	7.0	40.7	44.0
Le 18 mai, après 1 jour à l'air, 1 jour dans la caisse humide...................	180.1	133.2	131.0	361	503	512.5	1359.5
Le 19 mai, après 24 heures d'immersion	182.5	136.0	132.1	366	512	625.5	1405
Augmentation depuis le début......................	1.4	2.2	1.4	2	5	99.8	38.0
Ecart total du 16 au 19 mai..	3.5	3.7	3.1	71	2	140.5	82

SUITE DE L'EXPÉRIENCE XV.

Crâne n° 9.	Diamètres longit.	transv.	vert.	Courbes. Arc occip.-front.	Circ. horiz.	Poids.	Capacité.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	gr.	cc.
Le 9 mai, avant l'expérience.						604.2	1621
Id., après 30 minutes d'étuve.						598.8	1604
Le 10 mai, après 3 autres heures d'étuve...........						585.3	1590.5
Le 13 mai, après 11 autres heures d'étuve						568.0	1584
Le 15 mai. après 30 autres heures d'étuve; en tout, 45 h. d'étuve.............	186.8	140.0	134.3	382	527	559.6	1575.5
Id., immergé 1 minute, puis 3 minutes...............	188.3	140.7	136.5	384	531	679	1608.5
Le 18 mai, après 3 jours dans la caisse humide sans nouvelle immersion..........	190.3	143.5	138.0	390.5	537.5	669	1662.5
Le 19 mai, après 24 heures d'immersion..............	190.5	144.0	138	391	538	710	1670
Ecart total du 15 au 19 mai.	3.7	4.0	3.7	9	11	150.5	93.5

Exp. XVI (crâne n° 29). *Préparé par macération en 1873. — Immersion suivie de dessiccation.*

	Diamètres longit.	transv.	vert.	Courbes. Arc occip.-front.	circ. horiz.	Poids.	Capacité.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	gr.	cc.
Le 31 mai, avant l'expérience.	182.5	140.9	140.3	377	528	760	1656.5
Le 2 juin, après 48 heures d'immersion..............	184.7	141.8	141.5	380.5	532.5	855	1692
Augmentation depuis le début......................	2.2	0.9	1.2	3.5	4.5	95	35.5
Le 4 juin, après 36 heures d'étuve..................	182.0	138.7	138	375	524	708	1626
Le 5 juin, après 60 heures d'étuve en tout	181.7	138.7	137.7	374	522	703	1604
Diminution depuis le début.	0.8	2.2	2.6	3	6	57	52.5
Ecart total du 2 au 5 juin...	3.0	3.1	3.8	6.5	10.5	152	88.0

Exp. XVII (crâne n° 24). *Exhumé depuis trois jours. Réduction constatée au bout de cinquante-huit jours de dessiccation naturelle à l'air libre.*

	Diamètres longit.	transv.	vert.	Courbes. Arc occip.-front.	circ. horiz.	Poids.	Capacité.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	gr.	cc.
Le 13 avril, 3 jours après l'exhumation.............	180.4	139.3	138.0	379.5	534	629	1658
Le 31 mai, après 58 jours d'évaporation à l'air libre..	178.3	138.3	136.3	376	530	540	1631
Diminution................	2.1	1.0	1.7	3.5	4	89	27

Exp. XVIII. *Quatre crânes exhumés depuis plus d'un mois. Réduction de la capacité par dessiccation naturelle.*

	Poids.				Capacité.			
Numéros des crânes :	19	20	21	22	19	20	21	22
Le 28 déc. 1873, plus d'un mois après l'exhuma., et 9 jours après le déballage.	gr. 647	769	497	695	1479	1700	1576	1536
Le 17 janv. 1874, 29 j. après le déballage.	648	770	498	695	1466	1695	1570	1527
Le 22 avril 1874, environ 5 mois après l'exhumation......	635	750	487	675	1464	1677	1555	1516.5
Le 15 juin 1874, environ 7 mois après l'exhumation.....	632.5	744	485	669	1452.5	1663	1555	1515
Réd. depuis le début	15.5	25	12	26	26.5	37	21	21
Réd. en centièmes..	2.36 °/o	3.25	2.41	3.74	1.79 °/o	2.17	1.33	1.33

Exp. XIX. *Quatre crânes exhumés depuis trois jours. Réduction de la capacité par dessiccation naturelle.*

	Poids.				Capacité.			
Numéros des crânes :	23	24	25	26	23	24	25	26
Le 13 avril 1874. 3 j. après l'exhumat.	595.5	629	452	625.5	1515	1658	1291.5	1791.5
Le 18 avril........	580	554.5	423	555	1505.5	1655	1287.5	1786
Le 22 avril........	571.5	547.5	415	543	1502	1646	1270	1777
Le 27 avril........	567	542	411	534	1493	1647	1261	1770
Le 3 mai	562.5	538	407	529.5	1486	1635	1254.5	?
Le 10 mai (après une semaine de froid humide)...	564.5	540	409.5	532	1488.5	1636	1258	?
Le 31 mai.........	564	540	408	531	1485	1631	1257	?
minution depuis le début........	31.5	89	44	94.5	30	27	34.5	?
Diminution en cent.	5.29 °/o	14.14	9.73	15.10	1.98 °/o	1.62	2.67	?

L'une des voûtes orbitaires du crâne n° 26 s'étant brisée pendant le cubage du 3 mai, la capacité de ce crâne n'a pu être déterminée exactement depuis lors.

Exp. XX. *Trois anciens crânes du musée mesurés successivement en hiver et en été* (le 1er mars et le 10 juin 1874.)

Numéros des crânes.	30		31		32	
	Hiver.	Eté.	Hiver.	Eté.	Hiver.	Eté.
Dimension longitudinale. Distance en ligne droite de deux points marqués, l'un sur le frontal, l'autre sur l'occipital..........	mm. 188	mm. 187.4	mm. 175.6	mm. 175	mm. 176.6	mm. 176
Arc occipito-frontal, de la racine du nez à l'opisthion...........	418	417.5	366	366	386	386
Circonférence horizontale........	565	564	508.5	508	550	549
Capacité........................	cc. 1746	cc. 1739	cc. 1402	cc. 1399	cc. 1625	cc. 1621.5

Exp. XXI. *Influence de l'humectation sur les dimensions des fémurs. Trois fémurs : n° 33, préparé en 1873 par macération; n° 34, du quinzième siècle; n° 35, de l'époque de la pierre polie.*

	Nos	Avant l'expér.	Après 24 heures d'immersion.	Après 7 jours d'immersion et 1 jour dans la caisse humide.	Augment.
		mm.	mm.	mm.	mm.
Longueur totale des fémurs, mesurée sur la planche ostéomét..	33	400	401	401.5	1.5
	34	467	468	468.5	1.5
	35	446.5	447.5	447.5	1
Distance de deux points *a* et *b*, marqués sur la diaphyse......	33	187.8	187.9	188.5	0.6
	34	187.8	188.0	188.1	0.3
	35	188.0	188.6	188.6	0.6
Circonférence maxima au niveau des condyles..................	33	212	214	214	2
	34	250	253	253	3
	35	233	239	239	6
Circonférence maxima de la tête fémorale	33	130	132	132	2
	34	153	158	158.5	5.5
	35	130	132	132.5	2.5
Poids........................	33	253gr	265gr.5	327gr	74gr
	34	396	425.5	452.5	56.5
	35	268.5	397	411.5	143.0

		Au bout de 1 jour d'immersion.	Au bout de 7 jours d'immersion.
		gr.	gr.
Augmentation de poids	33	12.50 ou 4.94 %	74 ou 29.24%
	34	29.50 ou 7.45	56.5 ou 14.27
	35	128.50 ou 47.85	268.5 ou 53.25

Exp. XXII. *Effets de l'humectation sur deux côtes de la caverne de l'Homme-Mort (époque de la pierre polie). Changement de courbure.*

On a marqué sur chaque côte deux points *a* et *b*, et mesuré la distance *ab* : 1° en ligne droite (corde) ; 2° en suivant la convexité de la côte (arc). Le rayon de courbure a été mesuré en un point *c*, marqué un peu en avant de l'angle de chaque côte :

	Numéros.	Avant l'expérience.	Après 24 heures d'immersion.	Différence.
		gr.		gr.
Poids	36	11.70	13.20	1.50
	37	10.00	10.50	0.50
Longueur de la corde *ab*.........	36	102mm.8	103mm.3	0mm.50
	37	153.5	155.6	2.10
Longueur de l'arc *ab*............	36	114	114	0
	37	196	196	0
Rayon de courbure en *c*.........	36	56mm.5	58mm	1.5
	37	48.5	52	3.5

Exp. XXIII. *Effets de l'humectation sur deux mâchoires inférieures. Dessiccation artificielle de l'une d'elles. Changement de courbure.*

	Nos	Avant l'expér.	Après 24 heures d'immersion et 24 h. dans la caisse humide.	Différence.	Après 60 heures d'étuve.	Ecart maximum
		mm.	mm.		mm.	
Distance maxima des condyles	38	121.0	124.5	3.5		
	39	125.0	128.0	3.0	120.8	7.2
Corde condylo-mentonnière.	38	118.0	119.3	1.3		
	39	123.6	124.7	1.1	122.7	2.0
Rayon de courbure au menton	38	28.5	29 5	1.0		
	39	27	28	1.0	26	2
Poids........................	38	79gr.2	87gr	7gr.8		
	39	68	74	6.0	61	13

Exp. XXIV. (n° 40). *Propriétés hygrométriques d'un os dépouillé de sa matière organique par la calcination, comparées à celles du même os non calciné.*

Pesées faites à 1 milligramme près sur la balance de précision : tronçon de tibia long de 161 millimètres, scié longitudinalement en deux moitiés A et B.

Avant l'expérience, le fragment B pesait 41 gr,962, et le fragment A 33gr,574. Ces deux fragments ont été complétement desséchés à l'étuve, où le premier a perdu 1gr,927 d'eau ou 4.59 %, et le second 1gr,541 ou 4.58 %. Leur longueur, qui était d'abord de 161 millimètres, était descendue à 160mm,4. Le fragment B a été maintenu stationnaire sous la cloche à mercure pendant que le fragment A subissait dans le moufle une calcination de vingt-quatre heures. Le poids de A a été réduit par la calcination de 32gr,033 à 25gr,075 ; différence : 6gr,958 ou 21.72 % représentant la proportion des matières organiques de l'os complétement desséché.

Le 27 mai, les deux fragments ont été placés ensemble dans la caisse humide, et examinés ensuite chaque jour.

	Fragment B. Poids.	Fragment B. Augmentation depuis le 27 mai absolue.	Fragment B. Augmentation depuis le 27 mai en cent.	Fragment A. Poids.	Fragment A. Augmentation depuis le 27 mai absolue.	Fragment A. Augmentation depuis le 27 mai en cent.
	gr.	gr.	%	gr.		
Le 27 mai à l'état sec	40.035			25.075		
Après 1 j. dans la caisse humide	42.899	2.864	7.15	25.580	0.505	2.01%
— 2 —	43.742	3.707	9.25	25.784	0.709	2.82
— 3 —	44.154	4.119	10.28	25.920	0.845	3.37
— 5 —	44.748	4.713	11.77	26.049	0.974	3.88
— 6 —	44.825	4.790	11.96	26.119	1.044	4.16
— 8 —	44.879	4.844	12.09	26.173	1.098	4.37
— 9 —	44.925	4.990	12.46	26.213	1.138	4.53
— 12 —	45.119	5.084	12.69	26.238	1.163	4.63
— 15 —	45.120	5 085	12.70	26.254	1.179	4.70
— 18 —	45.119			26.255		
Immergés 10 minutes et égouttés 24 h. dans la caisse humide.	48.121	7.086	17.69	30.289	5.214	20.79

Longueur des fragments.

	B	A
Avant l'expérience..........................	161.0	161.0
Après dessiccation à l'étuve..............	160.4	160.4
Après calcination...........................		149.0
Après 1 jour dans la caisse humide.......	161.0	149.0
Après 5 jours dans la caisse humide......	161.5	149.0
Après immersion.............................	161.5	149.0

SUR L'ENDOCRANE

NOUVEAUX INSTRUMENTS DESTINÉS A ÉTUDIER LA CAVITÉ CRANIENNE SANS OUVRIR LE CRANE.

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2 série, t. VIII, 1873 p. 352-383.)

---

§ 1. — *Utilité de l'étude de l'endocrâne.*

Si l'on attache plus d'importance à l'étude du crâne qu'à celle des autres parties du squelette, c'est parce que le crâne renferme le cerveau et présente comme un reflet extérieur des caractères de cet organe. La forme générale du crâne, la forme particulière de ses principales régions, son volume absolu ou relatif, ses rapports avec la face, l'état de ses sutures, dépendent principalement de la forme, du volume et de l'évolution de l'encéphale et de ses diverses parties. C'est pour cela que les moindres détails craniologiques peuvent acquérir un grand intérêt. A ce point de vue, l'étude de la surface interne du crâne, qu'on peut appeler par abréviation *l'endocrâne*, doit paraître non moins utile, et plus utile peut-être que celle de sa surface extérieure, puisque la première n'est séparée de l'encéphale que par des membranes d'une épaisseur faible et presque uniforme, tandis que la seconde en est séparée en outre par une paroi osseuse dont l'épaisseur, très-irrégulièrement répartie sur les divers points et très-variable suivant les individus, masque toujours les détails secondaires, souvent même atténue ou dissimule les traits principaux de la conformation cérébrale.

Personne n'a méconnu la nécessité de compléter l'étude du crâne extérieur par celle de l'endocrâne. Ainsi la mensuration de la capacité du crâne est devenue usuelle ; cette opération ne rencontre aucune difficulté, parce qu'elle se pratique, à travers l'ouverture naturelle du trou occipital, sans scier le crâne. Mais les autres recherches relatives à l'endocrâne ont été beaucoup

plus négligées parce qu'elles exigeaient l'intervention de la scie. Beaucoup d'auteurs, il est vrai, s'en sont occupés : l'étude des moules intra-crâniens, celle de l'angle sphénoïdal, celle des dessins sur lesquels on trace parallèlement une courbe intra-crânienne et la courbe extérieure correspondante, et même celle des capacités partielles que Huschke mesurait à l'aide d'une coupe oblique spéciale, ont déjà fourni des résultats d'un grand intérêt; mais toutes ces études reposent sur des bases trop restreintes, car le nombre des crânes qui s'y prêtent est insuffisant pour la recherche et surtout pour le contrôle.

Cette partie importante de la craniologie est donc restée en souffrance. On n'a qu'une connaissance imparfaite de quelques-uns des caractères de l'endocrâne, et beaucoup d'autres caractères ont entièrement échappé à l'attention : c'est parce que l'étude de l'endocrâne ne pouvait être faite jusqu'ici que sur des crânes préalablement sciés. Il ne suffisait même pas d'un seul trait de scie, car la coupe médiane ne montre pas la courbe horizontale, la coupe horizontale ne montre pas la courbe médiane, et ni l'une ni l'autre ne montrent la courbe transversale. Il aurait donc fallu pratiquer trois coupes sur le même crâne, sans parler de la coupe oblique préconisée par Huschke. On ne pouvait songer cependant à mutiler ainsi les crânes. Un crâne scié en plus de deux pièces perd presque toute sa valeur : on ne peut le reconstituer qu'à l'aide d'une monture compliquée, coûteuse, qui n'est jamais solide, qui gêne considérablement les recherches ultérieures. Une coupe unique a beaucoup moins d'inconvénients, mais elle ne fournit que des résultats incomplets; si elle donne satisfaction à un auteur qui étudie un point spécial, elle ne suffit pas à ceux qui étudient les autres. Aussi est-ce un principe admis par toutes les personnes chargées de veiller à la conservation des collections craniologiques, que les crânes, d'une manière générale, doivent rester entiers, et que le trait de scie, un trait unique, médian ou horizontal, ne doit être admis qu'à titre d'exception.

On ne trouve donc, dans les musées et dans les collections particulières, qu'un très-petit nombre de crânes sciés, et ce nombre ne suffit pas pour servir de base à des recherches précises, car les caractères de l'endocrâne n'échappent pas plus que

les caractères externes aux variations individuelles, et ne peuvent être déterminés avec quelque sécurité que lorsqu'on les étudie sur des séries de quelque étendue.

C'est là l'obstacle qui jusqu'ici a entravé l'étude de l'endocrâne, et il y a des raisons très-variables pour que cet obstacle soit permanent, car la nécessité de conserver le crâne entier empêchera toujours la méthode des coupes de se généraliser. Il faut donc chercher les moyens d'étudier les caractères intérieurs du crâne sans le secours de la scie. Il y a, à la base du crâne, une grande ouverture naturelle qui se prête à l'introduction des instruments, et à travers laquelle on peut aisément éclairer la cavité crânienne. On peut donc instituer des procédés de recherche applicables aux crânes entiers. Il y a longtemps que j'ai cherché à réaliser cette pensée. Mon *procédé de mensuration de l'angle sphénoïdal sans ouvrir le crâne* date déjà de 1865 (1). Vers la même époque, je fis faire par M. Mathieu un appareil que j'appelai l'*endographe*, et qui, par un mécanisme que j'indiquerai tout à l'heure, permet de dessiner les courbes intracrâniennes sur un écran placé à l'extérieur. Depuis lors, de nouveaux essais m'ont permis de reconnaître que la plupart des caractères de l'endocrâne peuvent être observés et mesurés sans le secours de la scie, et je viens vous présenter aujourd'hui une série d'instruments que j'ai fait construire dans ce but.

Ces instruments sont assez nombreux et compliquent par conséquent beaucoup l'arsenal anthropologique ; mais leur emploi est justifié par l'importance des caractères qu'ils permettent d'étudier. Cette importance paraîtra évidente *à priori* si l'on songe à l'intime solidarité qui existe entre l'endocrâne et le cerveau. Il ne sera pas inutile néanmoins de la démontrer directement par quelques exemples.

§ 2. — *Le bec de l'encéphale.*

A la partie antérieure de la base de l'endocrâne il existe une fossette médiane qu'on appelle la fosse *ethmoïdale* ou *olfactive*, et sur laquelle reposent les deux bulbes olfactifs. Cette fosse est

1. *Bull. Soc. anthrop.*, 1856, t. VI (1re série), p. 564 et P. Broca, *Mémoires d'anthrop.*, t. I, p. 145.

limitée en avant par la base de l'apophyse crista-galli, sur les côtés par les bosses orbitaires, et en arrière par une surface plus ou moins plate qui s'étale entre les deux trous optiques et s'étend jusqu'à la fosse pituitaire. La fossette olfactive est criblée d'un grand nombre de trous pour le passage des nerfs olfactifs; elle présente en outre de chaque côté la fente ethmoïdale, que traverse le filet ethmoïdal du nerf nasal.

Chez l'homme, elle est peu profonde, mais relativement assez large; les bulbes olfactifs, qui sont très-petits, sont loin de la remplir; elle reçoit donc, en outre, la partie antérieure de la circonvolution la plus interne des deux lobules orbitaires.

Chez les carnassiers ce n'est plus une simple fossette c'est une véritable fosse, une cavité spacieuse entièrement remplie par les bulbes olfactifs, qui sont énormes, et qui méritent d'être appelés des *lobes*.

On observe chez les singes, et spécialement chez les anthropoïdes, une disposition intermédiaire entre ces deux extrêmes. Leur fossette ethmoïdale est assez profonde, surtout en avant; la partie criblée est étroite, mais, en dehors du crible, les bords de la fossette s'évasent en remontant pour se continuer avec la surface des bosses orbitaires; il en résulte une sorte d'entonnoir dont les bulbes olfactifs, médiocrement volumineux, n'occupent que le fond, le reste étant rempli, comme chez l'homme, mais plus que chez l'homme, par les circonvolutions internes des lobules orbitaires. Sur l'encéphale, et sur les moules intracrâniens cette fosse olfactive se traduit en une saillie assez forte, terminée en une pointe un peu recourbée que Gratiolet a comparée à un bec, et qui constitue le *bec de l'encéphale*. Ainsi que Gratiolet l'a fait remarquer, le bec de l'encéphale constitue réellement un caractère distinctif entre l'homme et les singes. Toutefois un bec tout aussi prononcé que celui du cerveau des singes se retrouve chez les idiots microcéphales; ce fait a été démontré par M. Vogt et constaté depuis lors chez tous les vrais microcéphales. Enfin chez l'homme normal, quoique la largeur et la profondeur relatives de la fosse ethmoïdale soient très-variables, cette fosse se détache toujours assez des parties environnantes pour que les moules intracrâniens nous montrent constamment à ce niveau une saillie très-notable, qui n'a pas la forme d'un bec, mais qui

est évidemment l'analogue du bec de l'encéphale, et à laquelle on peut par extension appliquer le nom de *bec*

Cela posé, le bec de l'encéphale présente, chez l'homme normal, des formes et des dimensions assez variables. Voici une série de pièces moulées qui le démontrent clairement. Ce sont des moules partiels de la petite région qui nous occupe et des parties environnantes. Ces moules s'obtiennent aisément au moyen d'une petite masse de cire à modeler, fixée sur un porte-empreinte analogue à celui des dentistes. (La cire à modeler, dont la surface est préalablement humectée de salive, ne laisse aucune tache sur les pièces ; elle est d'un maniement beaucoup plus commode et surtout beaucoup plus rapide que la cire d'abeille, plus ou moins modifiée, dont se servent les dentistes, et donne des résultats tout aussi parfaits.) Les trente pièces que je vous présente sont de deux ordres : les unes sont en creux, et reproduisent la disposition du squelette ; les autres sont en relief, et représentent la région correspondante du moule intracrânien. Elles ont été disposées en séries, sur des planches recouvertes d'une coulée de plâtre dans laquelle on les a enfoncées (1).

Les deux premières planches montrent respectivement la fosse olfactive et le bec de l'encéphale chez les trois grands anthropoïdes et chez les hommes microcéphales ; les deux dernières montrent les mêmes parties chez l'homme normal, et vous pouvez voir que, si le bec de l'encéphale de l'homme non microcéphale est toujours fortement atténué et diffère entièrement de celui des singes, il ne s'en éloigne pas toujours au même degré ; que quelquefois il s'aplatit et s'étale, et que d'autres fois il forme une saillie étroite et très-prononcée. L'importance de ces différences ressort de l'étude des dégradations qui s'observent chez les microcéphales et de là chez les singes.

Je ne puis tirer aucune conséquence des quelques pièces que j'ai réunies sur ces planches ; elles sont trop peu nombreuses, et le fait que le bec le plus prononcé de l'encéphale humain est celui de la Vénus hottentote ne prouve nullement que ce caractère ait dans le genre humain une valeur sériaire, ni qu'il doive

1. Ces pièces sont déposées dans le musée d'anthropologie de la Faculté de médecine, à l'École pratique.

être rangé parmi les caractères de race. J'ai dû me borner à prendre des moules partiels, soit au Muséum, soit dans mon laboratoire, sur quelques crânes qui avaient été déjà ouverts à la scie, ou sur quelques moules intracrâniens qui en avaient été extraits ; mais je n'ai pu constituer des séries de même race, et je ne puis dire si les différences que j'ai constatées sont dues à une influence ethnique ou seulement à des variations individuelles. Cette question ne pourrait être résolue que par des observations multipliées faites, pour chaque race, sur une nombreuse série, ce qui n'est pas possible, les crânes sciés n'étant qu'en très-petit nombre dans les collections craniologiques.

Mais il est clair que l'étude de la fosse ethmoïdale et du bec de l'encéphale est une de celles qui méritent toute l'attention des anthropologistes, puisqu'elle se rapporte à un caractère distinctif du genre humain, que ce caractère toutefois devient simien chez les microcéphales, et qu'il est nécessaire de chercher par conséquent s'il ne présente pas, dans l'échelle des races humaines, des différences en rapport avec leur degré de supériorité ou d'infériorité. En tout cas, il est certain qu'il établit entre les individus des différences très notables, et qu'il importe de le faire figurer au moins dans la description des crânes en attendant qu'on sache s'il doit prendre place dans la description des races. Quelques-uns des instruments que je vais vous présenter répondent à cette indication. Ils permettent d'examiner les moindres détails de la surface interne du crâne à travers le trou occipital, et d'aller par la même voie prendre l'empreinte de la fosse olfactive et de la fosse pituitaire qui l'avoisine.

§ 3. — *Le trapèze de l'endocrâne.*

Lorsqu'on examine la base de l'endocrâne sur un crâne scié horizontalement, on aperçoit de chaque côté de la ligne médiane un certain nombre d'ouvertures. Les deux plus antérieures, qui sont aussi les plus rapprochées, sont celles des trous optiques ; les deux plus postérieures, qui sont les plus écartées, sont celles des deux trous auditifs internes ou acoustiques. Ces quatre trous interceptent un trapèze symétrique que j'appelle le *trapèze de l'endocrâne* (fig. 1 *ci-contre*).

La petite base AA′ ou a du trapèze est la distance des deux trous optiques ; la grande base BB′ ou b est celle des deux trous acoustiques ; le côté latéral AB ou d est la distance qui existe de chaque côté entre le trou optique et le trou acoustique.

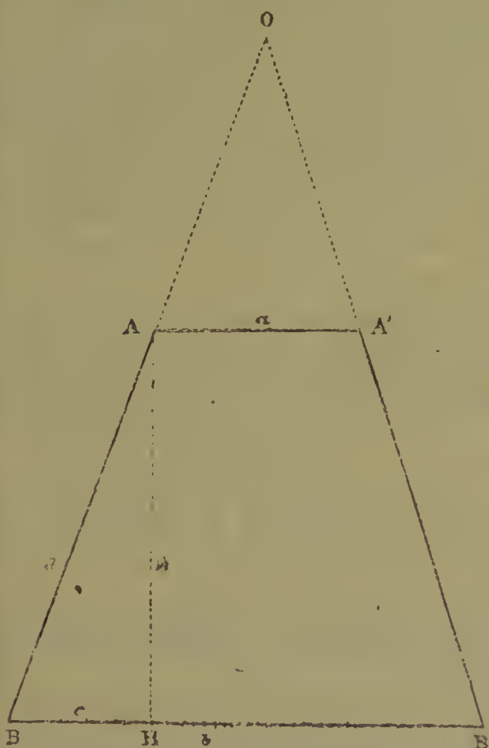


Fig. 1.

On mesure aisément ces trois côtés sur un crâne scié, et le trapèze étant symétrique. ces éléments suffisent pour le construire; à cet effet, on prend sur l'une des extrémités de la grande base une longueur BH ou c égale à $\frac{b - a}{2}$, on élève en H une perpendiculaire AH, et on trouve le point A en décrivant du point B comme centre, un arc de cercle avec un rayon égal à d. L'intersection de ce cercle et de la perpendiculaire donne le point A. On mesure alors la hauteur AH du trapèze, et on en calcule aisément la superficie ; puis, comme il est symétrique, il suffit de mesurer au rapporteur l'un de ses angles B pour connaître l'angle A, qui est son complément, et pour en déduire, par la soustraction A — B, la valeur de l'angle O, qui donne le degré de divergence des deux côtés latéraux.

On peut encore, sans recourir à la méthode graphique, qui, pour être sûre, exige beaucoup de soins et d'habitude, obtenir par le calcul tous les éléments du trapèze. Une soustraction donne $a - b$ et c qui en est la moitié. Pour connaître la hauteur h, on calcule la différence $d^2 - c^2$ et on en prend la racine carrée. Enfin le rapport $\frac{h}{c}$ donne la valeur de la tangente de l'angle B, et on trouve immédiatement, sur la table trigonométrique, la valeur de l'angle qui correspond à cette tangente.

Il suffit de jeter les yeux sur un petit nombre de crânes sciés pour reconnaitre que la forme et les dimensions du trapèze de l'endocrâne sont très variables. Mais ici, comme dans l'étude du bec de l'encéphale, on doit se demander si ces variations ont une signification comme caractère de race. Pour répondre à cette question, il faudrait pouvoir déterminer le trapèze intracrânien sur une série de crânes de chaque race, et je n'ai pu le faire faute de matériaux. Il y a, il est vrai, au Muséum bon nombre de crânes qui ont été ouverts à la scie pour obtenir des moules intracrâniens ; mais la plupart ont été recollés, et je suis loin de m'en plaindre ; c'est une sage précaution, car les montures les mieux faites sont très gênantes pour certaines études et compromettent beaucoup la solidité des crânes dans les recherches ultérieures.

Le Muséum possède heureusement la série des moules qui ont été retirés de ces crânes sciés. Les coupes et les moulages ont été faits il y a quelques années avec l'autorisation de M. de Quatrefages, sous la direction et aux frais de M. Pruner-Bey, qui, en quittant la France, a généreusement fait don au Muséum de cette précieuse collection de moules.

Or on aperçoit très-bien sur ces moules quatre petites saillie correspondant aux deux trous optiques et aux deux trous acoustiques. J'ai donc pu y mesurer les trois éléments linéaires a, b et d du trapèze intracrânien. Ce procédé est loin d'être aussi sûr que le serait une mensuration directe sur le crâne même ; sans parler de l'erreur qui peut résulter de la dilatation du plâtre, il y a une incertitude qui tient au peu de précision des points de repère ; le prolongement que ce moule envoie dans les trous acoustiques et dans les trous optiques est tantôt très court et à peine saillant, tantôt long de 3 à 4 millimètres ; cela dépend des hasards du moulage. Il aurait fallu couper ces prolongements à leur base, pour y placer le compas d'une manière invariable, mais je n'ai pas cru devoir le faire. Les chiffres qui vont suivre peuvent donc être entachés d'une légère erreur ; il faudrait surtout se garder de les comparer à ceux qu'on obtiendrait sur le crâne même ; voilà pourquoi je n'y ai pas joint les mensurations d'ailleurs peu nombreuses que j'ai pratiquées sur les crânes ouverts et non recollés. Mais ces chiffres, tels qu'ils sont, suffisent pour

montrer l'importance du trapèze intracrânien considéré comme caractère de race.

La série des moules intracrâniens du Muséum comprend neuf moules de crânes des races du type caucasique, huit du type mongolique et sept du type éthiopique.

Les moyennes de ces trois groupes sont consignées sur le tableau suivant :

	Type caucasique. Millim.	Type mongolique. Millim.	Type ethiopique. Millim.
Côté a, distance des 2 trous optiques.....	23.88	23.75	22.28
Côté b, distance des 2 trous acoustiques..	54.55	52.00	46.00
Côté d, distance du trou optique au trou acoustique..........................	46.88	43.50	41.00
h, auteur du trapèze.....................	44.20	41.10	39.20
Surface du trapèze $\frac{(a+b)\,h}{2}$	1737.22	1556.66	1338.28
Angle B (angle aigu du trapèze)..........	71°1	70°9	73°1
Angle O (divergence des deux côtés d)...	37°8	38°2	33°8

Il n'y a pas lieu de discuter ces chiffres, et encore moins d'en déduire des conclusions, parce que les crânes des divers groupes sont de provenances très diverses et ont été choisis dans un but spécial. Je ferai remarquer toutefois que la petitesse relative du trapèze intracrânien des crânes du type éthiopique est trop considèrable pour être l'effet du hasard. Si cette petitesse ne dépendait que de l'exiguité des mesures transversales, on pourrait l'attribuer à ce fait que les crânes éthiopiques sont plus dolichocéphales et plus étroits que ceux des deux autres groupes ; le caractère du trapèze intracrânien perdrait alors une partie de son intérêt, puisqu'il serait en rapport avec celui de la dolichocéphalie, dont l'étude est plus facile. Mais ce qui est remarquable, c'est que la hauteur du trapèze et la longueur de ses côtés latéraux sont moindres précisément dans les crânes les plus allongés. Il n'y a donc pas de solidarité entre l'étendue antéro-postérieure du trapèze et celle du crâne lui-même. Le trapèze de l'endocrâne acquiert par là une grande importance, puisqu'il fait connaître un caractère nouveau et indépendant de ceux qui sont déjà connus.

J'ai cité deux exemples spéciaux pour montrer l'utilité de l'étude de l'endocrâne. Il serait aisé d'y en ajouter d'autres. On

examine attentivement l'état des sutures sur la surface extérieure du crâne ; on y cherche des indices sur l'état de croissance ou de décroissance des parties subjacentes du cerveau ; on y suit avec intérêt le début et la marche de la soudure qui les envahit successivement. Or cette soudure est bien plus précoce sur la table interne que sur la table externe ; il y a donc un grand intérêt à étudier ce travail là où il débute, au lieu de se borner à l'étudier là où il finit. Il n'est pas moins utile d'examiner les caractères de la selle turcique, dont la profondeur, la longueur et la largeur sont si variables et dont les deux bords correspondent respectivement au sommet de l'angle sphénoïdal proprement dit de Virchow et de Welcker, et au sommet de l'angle de Landzert. Je ne sais ce que pourra apprendre l'étude des gouttières latérales de l'occipital, de la protubérance occipitale interne, des trois trous de la grande aile du sphénoïde, des ramifications de la feuille de figuier, etc. Il n'y a pas de raison pour que ces détails, faciles à observer à l'aide du cranioscope, soient moins instructifs que ceux de la surface extérieure du crâne auxquels on attache tant d'importance. Ajoutons enfin que l'épaisseur de la paroi crânienne, épaisseur si variable dans les diverses régions du crâne, si variable aussi suivant les individus et suivant les races, est un des éléments les plus nécessaires des descriptions craniologiques, et qu'elle ne peut être étudiée sur les crânes entiers qu'à l'aide d'instruments spéciaux introduits à travers le trou occipital.

L'étude de l'endocrâne offre donc un intérêt suffisant pour qu'on ne doive pas reculer devant l'emploi des instruments spéciaux qui peuvent seuls lui permettre de se développer. Les instruments que je vous présente aujourd'hui dans ce but sont loin sans doute de répondre à toutes les indications. Quelques-uns d'entre eux ont été construits tout récemment et n'ont pas encore servi à des recherches suivies. Il est donc probable qu'à l'usage on reconnaîtra la nécessité de les modifier et de les perfectionner. Le but de ma présentation est seulement de montrer qu'on peut parvenir à étudier tous les caractères de l'endocrâne et même le trapèze intracrânien, sans recourir à l'emploi des traits de scie, qui ne peuvent être admis dans la craniologie qu'à titre d'exception.

§ 4. — *Nouveaux instruments endocrâniens.*

Après ces remarques générales, M. Broca présente successivement et fait fonctionner devant la Société les divers instruments endocrâniens dont nous donnons la description sommaire. Ils se divisent en deux groupes :

Instruments pour l'étude morphologique de l'endocrâne : le cranioscope et ses accessoires, le porte empreinte intra-crânien, l'endographe et la roulette millimétrique.

Instruments pour la mensuration de l'endocrâne : l'endomètre, le pachymètre, le crochet sphénoïdal, le crochet turcique, la sonde optique occipitale, la sonde acoustique, le double disque à recomposer les compas.

1° *Le cranioscope* (fig. 2). Appareil destiné à examiner à travers le trou occipital la surface interne du crâne. L'ophthalmoscope simple, dont l'auteur se servait dans l'origine, ne montre qu'une partie de la voûte du crâne et n'en éclaire qu'une très petite portion à la fois. Pour examiner toute la surface interne du crâne, il faut recourir à l'emploi des miroirs et à un éclairage spécial.



Fig. 2.

L'appareil se compose de trois parties : l'*éclaireur*, les *miroirs* et le *porte-miroir*.

L'*éclaireur* est une grande lentille plano-convexe, large de 10 centimètres, portée sur un pied vertical et tournant autour

d'un axe horizontal. En plaçant une lampe à 40 centimètres du côté de la convexité, on obtient du côté de la surface plane, sur un écran placé à 40 centimètres, un cercle lumineux large de 3 centimètres. Le crâne étant couché sur le côté et posé sur un pied de lampe, dans une soucoupe pleine de sable, on tourne le trou occipital vers la lampe de sorte que tous les rayons lumineux, réunis par la lentille, soient introduits dans le crâne, dont la cavité se trouve éclairée *à giorno*.

(L'éclairage électrique par un fil de platine incandescent introduit soit dans la fente sphénoïdale, soit dans le trou occipital, donne une lumière plus intense et des effets très-pittoresques, mais éblouit l'observateur et gêne le maniement des miroirs. L'éclairage au moyen de la lentille est donc préférable. L'éclairage par le miroir sur lequel on projette les rayons d'une lampe, à l'aide de l'ophthalmoscope ou du laryngoscope, est beaucoup moins efficace que celui de la lentille.)

Les *miroirs* sont rectangulaires, larges de 3 centimètres, longs de 8. Dans les cas exceptionnels où la longueur du trou occipital est inférieure à 3 centimètres, on emploie des miroirs larges seulement de 25 millimètres.

Les miroirs sont au nombre de trois : l'un plan, le second convexe, et le troisième concave. Le miroir plan reflète les parties dans leur grandeur naturelle et sans déformation, mais ne montre à la fois qu'une surface dont les dimensions sont peu supérieures à celles du miroir lui-même. Lorsqu'on veut embrasser d'un seul coup d'œil une surface plus étendue, on emploie le miroir convexe; mais les images sont réduites et quelque peu déformées. Enfin le miroir concave, qui donne des images grossies, montre les petits détails, tels par exemple que les trous de la lame criblée.

Les trois miroirs ont chacun une garniture métallique qui permet de les adapter alternativement sur le porte-miroir.

Le *porte-miroir* est analogue à celui du rhinoscope des chirurgiens. La pièce terminale sur laquelle le miroir est adapté est articulée à l'extrémité d'une double tige coudée, et obéit à l'action d'une pince à anneaux tenue de la main droite. On peut ainsi faire varier de 45 degrés le plan du miroir et lui donner une direction parallèle à celle de la surface que l'on examine,

condition nécessaire pour étudier convenablement les images.

Toutes les parties de la cavité crânienne qu'on n'aperçoit pas directement à travers le trou occipital peuvent être examinées à l'aide des miroirs.

Le miroir concave convient spécialement pour l'étude de la fossette ethmoïdale et de la selle turcique. Grâce au grossissement qu'il donne, on peut apercevoir les plus petits détails de cette région et jusqu'aux moindres trous de la lame criblée.

Lorsque l'intérieur du crâne est éclairé, on aperçoit très-bien sans le secours des miroirs, une grande partie de la concavité de la voûte crânienne, dont on étudie aisément les sutures. Le reste de la voûte et toute la base s'étudient à l'aide des miroirs.

L'examen cranioscopique peut se faire dans une chambre à demi éclairée ; mais il est plus commode d'opérer dans l'obscurité.

On peut doubler la largeur du miroir plan en refermant comme un livre deux miroirs plans de 3 centimètres de large, qu'on introduit repliés à travers le trou occipital, et qu'on déploie ensuite dans le crâne à l'aide d'un ressort.

2° *Le porte-empreinte intra-crânien.* — Une forte lame métallique, large de 25 millimètres, recourbée sur le plat, et terminée par un solide manche en bois quadrillé, est introduite, la face concave tournée en bas, à travers le trou occipital, et portée jusqu'au-dessus de la lame criblée de l'ethmoïde et de la selle turcique. Cette face inférieure du porte-empreinte est rugueuse, et présente deux bords saillants, destinés à empêcher la cire de s'étaler. Elle a été préalablement garnie de cire à modeler. En tirant sur le manche avec un léger mouvement de bascule, on prend et on rapporte à l'extérieur un empreinte, sur laquelle on peut étudier les formes et mesurer les dimensions de la selle turcique et de la fossette ethmoïdale; les deux prolongements latéraux qui correspondent aux trous optiques permettent de mesurer exactement la distance de ces deux trous. On peut se servir de cette empreinte pour faire un moule en plâtre, dans lequel on obtient ensuite le moule du bec de l'encéphale,

Après avoir garni le porte-empreinte, et avant de l'introduire dans le crâne, il est nécessaire de mouiller abondamment avec de l'eau, mieux encore avec de la salive, la surface de la cire à

modeler, pour l'empêcher d'adhérer aux surfaces sur lesquelles elle se moule.

3° *L'endographe* (fig. 3, 4, 5 et 6). — Cet instrument est destiné à dessiner les courbes intra-crâniennes sans ouvrir le crâne.

Le procédé consiste à introduire dans le crâne, à travers le trou occipital, une tringle dont le bec recourbé parcourt d'un trait continu les divers points d'une courbe intra-crânienne, pendant que son extrémité externe, ou talon, dessine en sens inverse, sur une planchette extérieure, une *courbe* auxiliaire dite *négative*. La tringle est alors retirée du crâne, et on la fait mouvoir sur la planchette de telle sorte que le talon parcoure de nouveau la courbe négative ; dans ce mouvement, le bec de la tringle dessine sur une seconde planchette une *courbe positive*, semblable et égale à la courbe intra-crânienne ; en d'autres termes, le bec reproduit exactement sur la seconde planchette le mouvement qu'il a décrit dans l'intérieur du crâne.

Il faut pour cela que la partie moyenne de la tringle soit assujettie à passer toujours, soit en tournant, soit en glissant, par

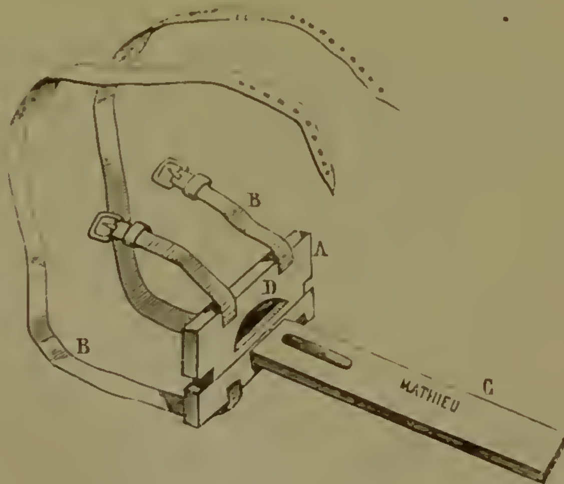


Fig. 3.

un même point, situé sur la première planchette, vers le niveau du trou occipital ; il faut, en outre, que la planchette reste invariablement fixée dans le plan de la courbe à dessiner ; il faut enfin que le plan de cette courbe passe par le trou occipital.

Nous supposerons qu'on veuille dessiner la courbe médiane de la cavité crânienne.

L'appareil se compose de quatre pièces distinctes :

A. *Le fixateur*, ou *pièce basiliaire* (fig. 3). — C'est une pièce en bois de chêne A, rectangulaire, très épaisse, et présentant sur l'une de ses faces deux petites excavations pour recevoir les condyles. Sur la face opposée s'insère perpendiculairement une forte tige plate C, qui sert à fixer la planchette dans un plan perpendiculaire à celui de la pièce basiliaire. Une étroite fenêtre D, d'une longueur supérieure à celle du trou occipital, traverse la pièce basilaire sur sa ligne médiane pour donner passage à la tringle. Quatre courroies B B, insérées sur les deux bords de cette pièce, servent à la fixer sur la base du crâne, en se croissant au-dessus du vertex.

B. *La planchette négative* (fig. 4). — C'est une grande planchette en bois mince et léger, découpée sur l'un de ses bords,

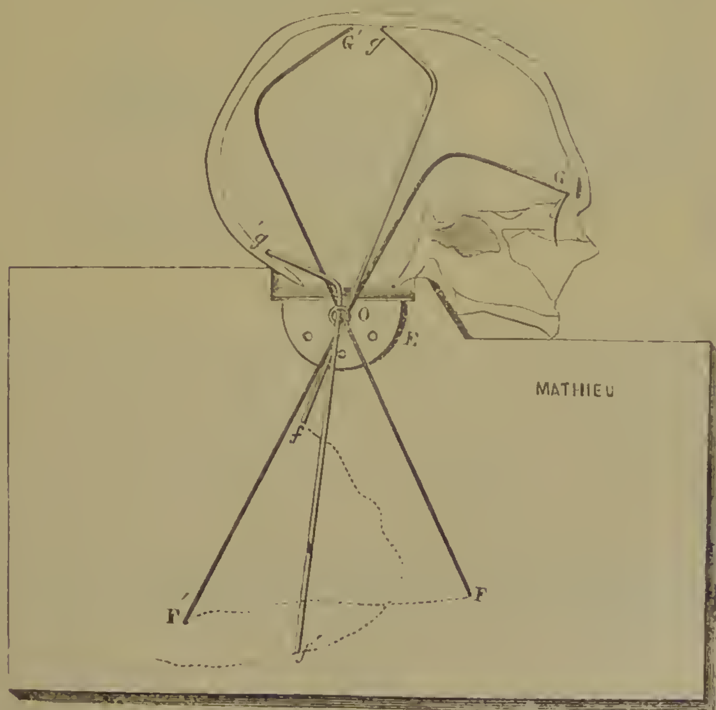


Fig. 4.

de manière à pouvoir s'enclaver sur la pièce basilaire, sans rencontrer les saillies osseuses du crâne et de la face. Une fois

enclavée sur la pièce basilaire, elle s'appuie sur la tige plate C (fig. 3), et se trouve ainsi bien fixée dans le plan médian du crâne. Elle est garnie, près du trou occipital, d'une armature en fer E, sur laquelle s'insère un anneau tournant, ou *piton*, d'un calibre égal à celui de la tringle recourbée F G, qui le traverse. Cette tringle, pouvant à la fois glisser dans le piton et le faire tourner avec elle, peut parcourir d'avant en arrière la plus grande partie de la courbe médiane du crâne, et pendant que son extrémité interne G parcourt cette courbe, l'extrémité externe F trace sur la planchette une première courbe *négative* F F′. Pour dessiner le négatif de la partie postérieure de la courbe, on retire la première tringle, et on la remplace par la

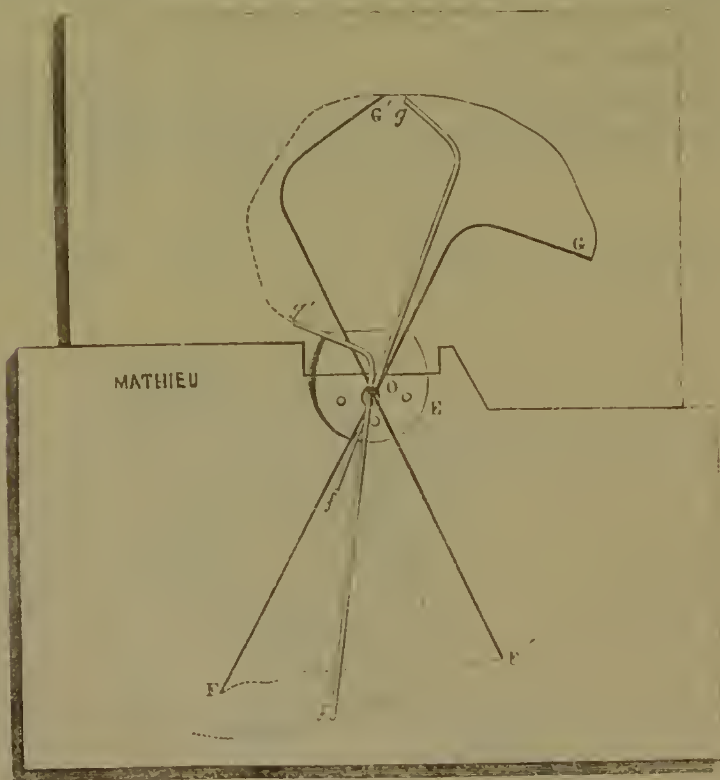


Fig. 5.

tringle *f g*, qui, parcourant la face interne du crâne jusqu'au bord supérieur du trou occipital, donne la seconde courbe négative *f f′*.

C. *La planchette positive* (fig. 5). — La planchette positive

présente sur un de ses bords une découpure qui s'adapte exactement sur le bord découpé de la planchette négative. La figure 5 montre les deux planchettes ainsi adaptées. La tringle est de nouveau introduite à travers le piton. Un crayon est adapté sur son extrémité G. On remet en place la première tringle F G. et pendant que son extrémité F suit la première courbe négative, l'extrémité G dessine sur la planchette positive toute la partie antérieure de la courbe incrânienne. On remplace alors la première tringle par la seconde *f g*, et en suivant la seconde courbe négative on achève le dessin de la courbe intra-crânienne.

D. *La tringle et ses armatures* (fig. 6). — (Grandeur naturelle). F, extrémité extérieure de la tringle, garnie d'une petite armature qui supporte à angle droit une petite pointe de crayon.

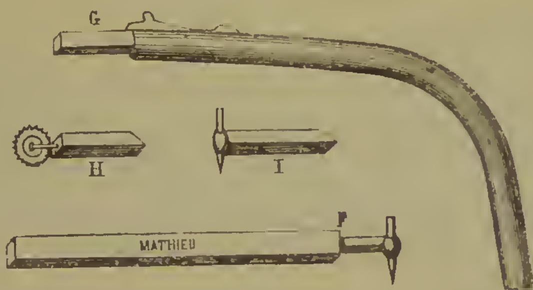


Fig. 6.

G, extrémité interne de la tringle, munie d'un petit ressort qui sert à fixer les deux armatures. H, première armature, supportant une petite roue à molette qui permet à la tringle de parcourir sans soubresauts la face interne des os du crâne. I, seconde armature, supportant un petit crayon perpendiculaire, qu'on substitue à la molette pour dessiner la courbe positive.

Pour dessiner les diverses courbes, on a des tringles de longueurs et de courbures variables. Les armatures mobiles peuvent s'adapter sur les extrémités de chacune d'elles.

On peut aussi, pour certaines courbes, transporter le piton O (fig. 4) sur d'autres trous creusés dans l'armature métallique E de la planchette négative.

L'endographe qui vient d'être décrit a été construit depuis

sept ans déjà. Il a été souvent montré et mis en jeu dans le laboratoire, mais il n'a pas encore été publié. M. Broca pense que le procédé sur lequel il repose pourrait être aisément perfectionné, et recevoir dans l'industrie diverses applications ; mais quoiqu'il s'en soit servi plusieurs fois et qu'il en ait obtenu des dessins assez corrects des courbes intracrâniennes, il doute que cet appareil soit appelé à rendre de grands services en craniologie. Les courbes qu'il donne sont en effet isolées ; les rapports qu'elles affectent avec les courbes extérieures correspondantes, et qui en font le principal intérêt, restent inconnus. L'auteur donne donc aujourd'hui la préférence au procédé suivant :

4° *Procédé indirect d'endographie.* — Ce procédé consiste à dessiner d'abord géométriquement, à l'aide du stéréographe, l'une des courbes extérieures du crâne, et à marquer ensuite, en dedans de cette courbe, à l'aide du *pachymètre* qui sera décrit plus loin, et qui mesure l'épaisseur des parois, une série de points qui donnent la courbe intracrânienne. Il suffit, en effet, de connaître l'épaisseur du crâne en un point donné pour marquer avec le compas à pointes le point correspondant de la courbe intérieure. Mais il s'agit de fixer le procédé à l'aide duquel l'épaisseur mesurée en un point du crâne sera reportée exactement sur le même point de la courbe extérieure préalablement desssinée.

La position de ce point sur le crâne est déterminée en millimètres, à l'aide du ruban métrique, à partir d'un point de repère bien apparent sur le dessein, comme l'est par exemple le bregma, ou la racine du nez. Pour reporter cette longueur sur un dessein linéaire plus ou moins curviligne, on ne peut se servir du compas, qui ne mesure que les lignes droites. Mais on y parvient aisément à l'aide de la *roulette millimétrique* (voir plus loin). Cette roulette graduée suit, en les mesurant, tous les contours du dessein ; on l'arrête au nombre de millimètree qui a été mesuré sur la convexité du crâne, et on obtient ainsi le point cherché. Alors on marque l'épaisseur de la paroi crânienne donnée par le pachymètre, et on a ainsi l'un des points de la courbe intracrânienne. Ce premier point obtenu, on en détermine un second, puis un troisième, et en les joignant par un trait continu, on obtient toute la courbe intracrânienne.

Il n'est pas nécessaire de déterminer ainsi un grand nombre de points; excepté dans quelques régions spéciales et connues, telles que l'inion et la base du front, l'épaisseur des parois crâniennes ne varie que très graduellement; les deux courbes sont à peu près parallèles, et, en se guidant sur la courbe extérieure, on peut très bien dessiner l'autre à l'aide de points espacés de 3 à 4 centimètres.

Lorsque la courbe intracrânienne est tracée, on en mesure la longueur à l'aide de la roulette millimétrique.

5° *La roulette millimétrique* (fig. 7). — Cette instrument, analogue à la roue de la brouette, est employé depuis longtemps

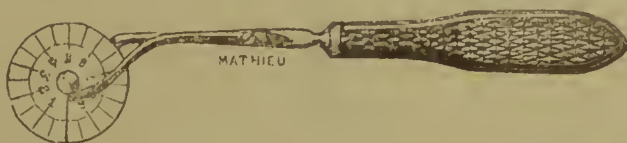


Fig. 7.

par les sculpteurs pour mesurer les courbes *concaves* de la surface des corps. Huschke s'en servait pour mesurer sur le crâne des courbes *convexes*, qu'on mesure beaucoup plus aisément avec le ruban gradué. Mais la roulette permet, et permet *seule*, de mesurer rigoureusement la longueur des courbes sur les albums craniographiques. C'est à cet usage qu'elle sert dans le Laboratoire d'anthropologie. Pour que la roue puisse suivre sur le papier des contours curvilignes, ce qui l'oblige à changer continuellement de plan, on lui a donné une articulation latérale assez lâche, ce qui a permis d'adapter sur l'autre face de la roue un petit cliquet qui enregistre le nombre des tours. Il a fallu pour cela remplacer l'ivoire par le métal. La roue principale a 20 centimètres de circonférence. Une seconde roue, de 5 centimètres de circonférence, peut être substituée à la roue ordinaire, lorsqu'on veut mesurer des courbes d'un très petit rayon.

6° *L'endomètre* (fig. 8). — Cet instrument est destiné à mesurer les diamètres intracrâniens à travers le trou occipital. C'est un compas d'épaisseur dont les deux branches sont divergentes au lieu d'être convergentes, comme celles du compas ordinaire. Il se compose de deux branches irrégulières, courbées en S, articulées en X, et formant en réalité deux compas opposés

par le sommet. Les courbures sont disposées de manière à permettre au compas d'atteindre les extrémités des diamètres intracrâniens. Le compas inférieur sert pour le diamètre antéro-postérieur, l'autre pour les diamètres transverses. La longueur des

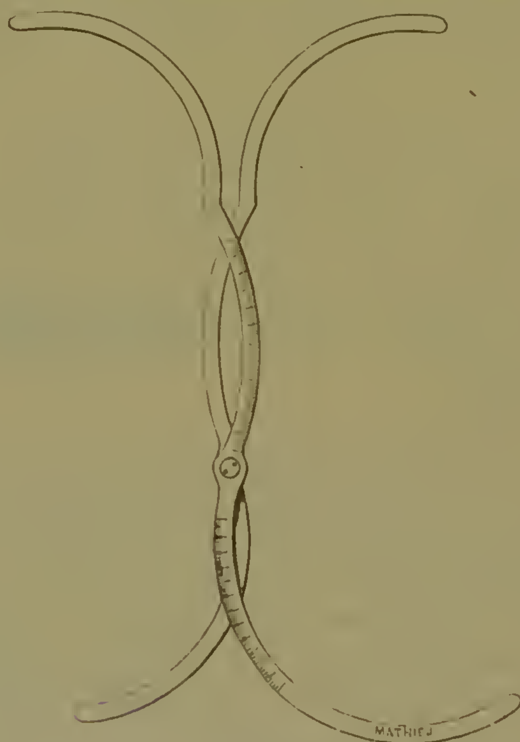


Fig. 8.

diamètres est indiquée, pour chaque compas, par une graduation marquée sur l'une des branches de l'autre compas. La courbure de la partie moyenne des branches est assez faible pour que l'instrument puisse être introduit aisément à travers le trou occipital.

7° *Le pachymètre* (fig. 9). — Il sert à mesurer en un point quelconque l'épaisseur de la paroi du crâne. C'est un rectangle ouvert, dont le quatrième côté n'est représenté que par la pointe fixe *a* et par le tube *b*, dans lequel se meut la tringle mobile. Celle-ci, terminée en pointe mousse à ses deux extrémités, est rectiligne dans les deux tiers de sa longueur et courbe dans le troisième tiers. Pour prendre l'épaisseur du crâne vers la voûte, on introduit la fiche C D dans le trou occipital ; pour prendre cette épaisseur vers la partie inférieure du front, on retourne la

fiche, afin d'introduire dans le crâne la partie recourbée D E, qui doit être opposée à la pointe A. Une double graduation, placée sur la base de sa partie rectiligne, correspond à ces deux positions de la fiche. Pour les parties du crâue peu éloignées du

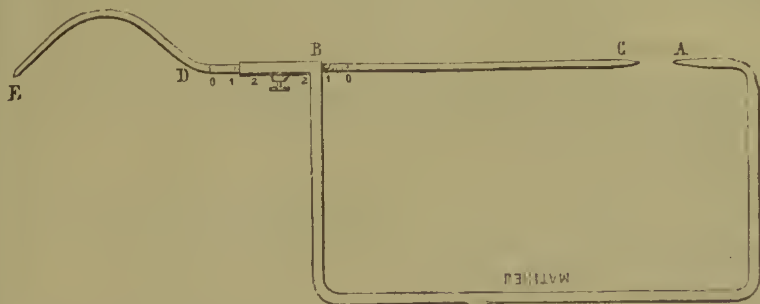


Fig. 9.

trou occipital, on introduit la pointe A dans le crâne, et la fiche vient s'appliquer sur le point correspondant de la surface extérieure.

Cet instrument permet, en outre, de marquer sur la surface extérieure le point qui correspond à un point déterminé de la surface intérieure.

8° *Le crochet sphénoïdal*, destiné à mesurer l'angle sphénoïdal à travers le trou occipital, ne figure ici que pour mémoire ; il a déjà été présenté à la Société, et décrit et figuré dans les *Bulletins* de 1865, p. 564.

9° *Le crochet turcique* (fig. 10). — Il est semblable au crochet sphénoïdal, si ce n'est que le coude est beaucoup plus court,



Fig. 10.

pour pouvoir accrocher le bord de la lame carrée qui limite en arrière la selle turcique. Cet instrument se manie comme le crochet sphénoïdal, et sert à mesurer, par le même procédé, l'angle de la selle de Landzert, dont le sommet est sur ladite lame carrée. Il donne aussi la longueur de l'apophyse basilaire ; il donne enfin, par sa partie extérieure, la direction exacte de la face supérieure de l'apophyse basilaire ou *plan du clivus* de

Ecker, et en appliquant alors un rapporteur ordinaire sur le trou occipital, puis sur la face inférieure de l'apophyse, on mesure aisément *l'angle des condyles* de Ecker et l'angle du clivus de Selligman.

Les trois instruments qui suivent sont destinés à mesurer les éléments du trapèze de l'endocrâne. L'un de ces éléments se mesure directement sur le moule de la selle turcique, donné par le porte-empreinte intracrânien (voir page 213) : c'est la distance des deux trous optiques, c'est-à-dire la petite base *a* du trapèze (voir plus haut page 207). Il reste encore à déterminer la grande base *b*, ou distance des deux trous auditifs internes, et le côté latéral *d*, ou distance de l'un des trous optiques au trou auditif correspondant.

10° *Les deux sondes acoustiques.* — Ce sont deux petites tiges droites, à quatre pans, terminées par une courte partie moins grosse, cylindrique et recourbée, que l'on introduit respectivement dans les deux conduits acoustiques à travers le trou occipital. La partie droite de chaque tige est longue de 20 centimètres. Une marque bien visible indique exactement le milieu de leur longueur ; à ce niveau elles portent l'une une petite pointe, l'autre une petite encoche, afin qu'on puisse les assembler comme les branches d'un forceps.

Sur la plupart des crânes, on aperçoit très-bien les trous acoustiques à travers le trou occipital. L'introduction des sondes acoustiques est alors extrêmement facile. Ces trous sont situés sur la face postérieure du rocher, à l'union du tiers interne avec le tiers moyen de cette face. Mais sur quelques crânes la tubérosité condylienne interne de l'occipital, qui limite de chaque côté la gouttière basilaire, et dont la base est traversée par le canal condylien, est assez saillante pour gêner quelque peu l'opération, sans jamais toutefois la rendre impossible. Au surplus, quand même on n'apercevrait pas nettement les trous acoustiques, il suffirait toujours d'un léger tâtonnement pour introduire la sonde dans le conduit acoustique, et on pourrait d'ailleurs au besoin se servir du miroir.

Les deux sondes étant en place, on les tient chacune d'une main, on les fait croiser par leur milieu en dehors du trou occipital ; alors un aide mesure avec le compas-glissière la distance

de leurs deux extrémités extérieures, lesquelles sont taillées en biseau aux dépens de leur face interne. Cette distance est exactement égale à celle des deux conduits acoustiques.

On sait, en effet, que deux tiges rectilignes et égales qui se coupent par leur milieu forment de chaque côté du point d'intersection deux triangles égaux.

On a donc ainsi mesuré la grande base du trapèze de l'endocrâne. Il ne reste plus qu'à mesurer le côté latéral. On y parvient à l'aide de l'une des sondes acoustiques et des deux instruments suivants.

11° *La sonde optique occipitale.* — C'est une tige de 22 centimètres, cylindrique, droite dans la plus grande partie de sa longeur, et terminée par un bec recourbé. L'extrémité de ce bec, assez amoindrie pour pouvoir pénétrer dans le trou optique, est creusée d'un pas de vis dans une longueur de 15 millimètres; à la base du pas de vis, la convexité de la sonde porte un bouton assez saillant pour être arrêté par le trou optique.

La sonde est introduite par le trou occipital. Le bec devient bientôt visible à travers la fente sphénoïdale; en le poussant un peu en dedans, on entre à coup sûr dans le trou optique, et le bec apparaît dans l'orbite; puis, à l'aide d'un écrou de rappel porté au bout d'un petit manche et introduit dans l'orbite d'avant en arrière, on va rejoindre le bec de la sonde, sur lequel on visse l'écrou.

Lorsque la sonde est ainsi fixée, son extrémité orbitaire ne peut plus perdre ses rapports avec le trou optique; mais son autre extrémité, qui traverse le crâne et ressort par le trou occipital, est encore mobile. On introduit alors la sonde acoustique dans le trou acoustique du même côté, et on amène aisément ces deux sondes à se croiser en dehors du trou occipital, en un point que l'on peut appeler O.

Dans cette position, le point O, le trou optique et le trou acoustique forment un triangle scalène dont la base, étendue obliquement d'un trou à l'autre, constitue le côté latéral *d* du trapèze de l'endocrâne. Il ne serait pas absolument impossible de déterminer géométriquement les éléments de ce triangle scalène; une graduation placée sur les tiges donnerait la longueur de deux de ses côtés; un rapporteur placé en O pourrait

à la rigueur mesurer l'angle au sommet, ce qui serait toutefois bien difficile ; on construirait alors le triangle sur le papier, et on en mesurerait la base *d*. Mais ce serait une opération très-compliquée, très-délicate, exposée à de grandes chances d'erreurs, et on peut l'éviter en substituant au procédé géométrique un procédé expérimental.

Il est clair en effet que, si l'on parvenait à fixer des points de repère tels que, les instruments une fois retirés hors du crâne, on pût les rétablir rigoureusement dans la position qu'ils occupaient dans le crâne, la distance de leurs deux extrémités intra-crâniennes donnerait exactement la distance *d*. On atteint ce but à l'aide du *double disque à recomposer les compas.*

12° *Le double disque à recomposer les compas.* — Cet instrument se compose de deux disques métalliques, de 25 millimètres de diamètre, épais chacun de 6 à 7 millimètres, exactement superposés, et unis par un pivot central que surmonte la clef d'une vis de rappel. Lorsque la vis est relâchée, les deux disques s'écartent d'un demi-millimètre, et tournent librement l'un sur l'autre ; lorsqu'elle est serrée, ils se rapprochent jusqu'au contact et deviennent parfaitement fixes. La face supérieure du disque inférieur est creusée à côté du pivot d'une gouttière droite et cylindrique, qui devient un canal lorsque les deux disques sont rapprochés. La gouttière est destinée à recevoir la sonde optique ; celle-ci toutefois fait une très-légère saillie au-dessus du plan du disque inférieur, de telle sorte que, lorsqu'on serre la vis, le disque supérieur vient presser sur la sonde, qui se rouve solidement fixée entre les deux disques ; mais, quand la vis est relâchée, le double disque glisse librement, comme un anneau, le long de la sonde. Une seconde gouttière, droite comme la première, mais à pans rectangulaires, est creusée sur la face supérieure du disque supérieur ; elle reçoit exactement la sonde acoustique, qui, comme on l'a dit plus haut, est régulièrement taillée à quatre pans.

Pour se servir du double disque, on met d'abord la sonde optique en place dans le trou optique ; puis le double disque, dont la vis est relâchée, est passé comme un anneau sur l'extrémité libre de la sonde et poussé jusqu'au voisinage du trou occipital. Alors on fait fixer le crâne par un aide, et, saisissant le

double disque de la main gauche, on prend de la main droite la sonde acoustique, qu'on met en place à son tour, et dont la partie extérieure est amenée au-dessus du disque supérieur. Avec l'index de la main gauche on fait tourner ce dernier disque jusqu'à ce que sa gouttière soit parallèle à la sonde acoustique, qu'on y fait pénétrer par une légère pression. Puis un petit curseur, qui se meut à frottement sur la sonde acoustique, est poussé jusqu'au contact du disque. Lorsque toutes les pièces sont ainsi ajustées, on serre la vis et la première partie de l'opération est terminée.

Sans toucher au curseur, on dégage la sonde acoustique et on la retire du crâne; puis on dévisse l'écrou orbitaire de la sonde optique, qui devient libre et qu'on retire du crâne. Il ne s'agit plus alors que de recomposer le compas.

Le double disque, dont la vis est serrée, est resté fixé sur la sonde optique. On le saisit encore de la main gauche, et avec la main droite on réintègre la sonde acoustique dans sa gouttière. Comme elle est taillée à pans, elle ne peut tourner; elle reprend donc exactement la direction qu'elle avait dans le crâne; on la fait glisser dans sa gouttière jusqu'à ce que son curseur arrive au contact du double disque; à ce moment les deux sondes se trouvent identiquement l'une par rapport à l'autre dans la position qu'elles occupaient dans le crâne; un aide mesure alors avec le compas-glissière la distance de leurs deux extrémités externes, ou plutôt des deux points qui reposaient sur l'entrée des deux trous optique et acoustique. Cette distance donne le côté latéral *d* du trapèze intracrânien.

Le double disque pourrait servir également à mesurer la distance de deux autres trous intracrâniens ou de deux autres points sur lesquels on pourrait appuyer avec certitude l'extrémité de deux tiges métalliques introduites dans le trou occipital. Mais il faudrait modifier, suivant les cas, la forme de ces tiges.

Les divers instruments qui viennent d'être décrits pourront être simplifiés ou perfectionnés à mesure que la pratique en fera connaître les défauts. Ils permettent d'étudier les principaux caractères de l'endocrâne; il est sans doute d'autres caractères qu'on éprouvera plus tard le besoin de déterminer, et qui pourront exiger l'emploi d'autres instruments; mais il est probable

qu'on pourra toujours combiner ces instruments de manière à les faire agir à travers les ouvertures naturelles du crâne et à éviter les mutilations de la scie.

13° M. Broca montre en terminant un dernier instrument qui se rapporte à un tout autre genre de recherches, mais qui a été inspiré, comme le précédent, par la pensée d'éviter les traits de scie. Cet instrument, qu'il appelle le *porte-empreinte diaphysaire*, est destiné à obtenir le dessin de la coupe des os longs sans les scier.

On sait que la forme du corps des os longs présente des caractères d'une grande importance. Pour ne citer qu'un exemple on connaît la forme remarquable des tibias platycnémiques, des péronés cannelés et des fémurs à pilastre de Cro-Magnon. Entre ces formes extrêmes et celles des os ordinaires de nos jours, il y a de nombreuses transitions, qu'on ne peut bien déterminer qu'en comparant les dessins des coupes transversales pratiquées sur le corps des os longs. Pour obtenir ces dessins, on scie volontiers les os sans valeur; quant aux os plus précieux, on les moule, et on pratique les coupes sur les moules; mais le moulage d'un os long est une opération assez longue. Or il n'est nullement nécessaire de mouler toute la diaphyse; il suffit d'avoir le moule de la circonférence de l'os en un point déterminé. C'est à cet usage que sert le porte-empreinte diaphysaire.

Deux demi-ellipses de métal, susceptibles de s'écarter et de se rapprocher par le mouvement régulier et irrésistible d'une vis, qui est à la fois vis de pression et vis de rappel, forment un anneau de 2 centimètres de haut qu'on passe autour du corps de l'os. Elles supportent dans leur concavité deux cuvettes de même forme, qu'on remplit de cire à modeler; celle-ci étant humectée, on serre la vis, puis on la desserre, et on obtient instantanément le moule en creux de la diaphyse, dans une hauteur de 2 centimètres. Dans ce moule en cire on fait en quelques minutes une épreuve en plâtre.

Les dimensions des deux ellipses sont calculées de manière à pouvoir s'adapter sur les fémurs et les tibias les plus volumineux. Les petits os comme le péroné y seraient trop à l'aise; c'est pourquoi l'une des cuvettes a été rendue indépendante de la demi-ellipse qui la supporte dans sa concavité, et dont elle peut

être plus ou moins écartée au moyen d'une vis spéciale.

Tous ces instruments ont été exécutés avec la plus grande habileté par M. Mathieu, fabricant d'instruments de chirurgie, carrefour de l'Odéon. M. Henri Mathieu, fils de ce fabricant, y a donné tous ses soins; c'est ce jeune homme qui a eu l'idée de réunir en un seul instrument formant deux compas opposés par le sommet et gradués l'un par l'autre, les deux endomètres de courbures différentes que M. Broca avait fait construire pour mesurer respectivement le diamètre antéro-postérieur et les diamètres transversaux de l'endocrâne.

SUR LA CLASSIFICATION

ET

LA NOMENCLATURE CRANIOLOGIQUES

D'APRÈS LES INDICES CÉPHALIQUES

(*Revue d'anthropologie*. T. 1, 1872, p. 385-423.)

---

§ 1. — *Sur la distinction des crânes dolichocéphales et des crânes brachycéphales.*

Les mots *brachycéphale* et *dolichocéphale* ont été introduits dans le langage anthropologique par le célèbre anatomiste suédois André Retzius. Ils indiquent l'un des caractères distinctifs les plus importants des races humaines, et leur usage est aujourd'hui général. Toutefois il s'en faut de beaucoup que leur acception soit nettement déterminée, et ils ont donné lieu à de nombreuses confusions dont il importe de chercher la cause avant d'essayer de les dissiper.

Camper, le fondateur de la craniologie, s'était attaché presque exclusivement à l'étude du profil de la tête, et avait concentré toute son attention sur le degré d'ouverture de l'angle facial. Pendant que ses successeurs exagéraient l'importance de ce caractère, plus tard beaucoup trop dédaigné, mais aujourd'hui réhabilité dans une juste mesure, Blumenbach démontrait la nécessité d'ajouter à l'étude du profil celle de la face supérieure du crâne. Faisant reposer la tête sur un plan horizontal et la plaçant à ses pieds, il l'examinait de haut en bas ; son œil embrassait ainsi tout le contour de la boîte crânienne, du front à l'occiput, en passant par les tempes, et le degré de saillie que faisaient, en dehors de ce contour, la face et les arcades zygomatiques, lui fournissait, pour la distinction des races humaines, des caractères fort intéressants. Le but de ce procédé, connu sous le nom de

norma verticalis ou de *vue de Blumenbach*, était seulement, dans l'origine, de déterminer les rapports du crâne proprement dit et de la région faciale; mais Blumenbach ne tarda pas à reconnaître que la *norma verticalis* fournissait en outre des données précieuses relativement à la conformation de la région crânienne considérée en elle-même. La circonférence horizontale du crâne vue dans son ensemble, participait toujours de la nature de l'ovale, en ce sens que son grand diamètre était toujours antéro-postérieur et que son extrémité antérieure était toujours plus étroite que son extrémité postérieure; mais cet ovale était plus ou moins allongé plus ou moins renflé dans la région temporale ou dans la région pariétale, et il résultait de ces variétés de forme toute une série de caractères.

Parmi ces caractères, celui qui frappa surtout l'attention de Retzius ce fut le degré de longueur de l'ovale, ou, en d'autres termes, le degré de longueur du diamètre antéro-postérieur du crâne, mesuré en droite ligne de la racine du nez, ou mieux encore de la saillie de la glabelle, au point le plus reculé de l'écaille de l'occipital. Le professeur de Stockholm fut ainsi conduit à diviser les crânes en deux catégories : les crânes longs qu'il appela *dolichocéphales* (δολιχός, long ; κεφαλή tête) et les crânes courts, qu'il appela *brachycéphales* (βραχύς, court ; κεφαλή tête), et telle fut l'importance qu'il attacha à cette distinction qu'il en fit la base même de la classification des races humaines, classification évidemment systématique, qui rompait toutes les affinités naturelles, mais qui dut un succès temporaire à sa grande simplicité.

Les expressions de *dolichocéphales et brachycéphales* furent consignées pour la première fois, en 1842, dans un mémoire *Sur la forme du crâne des habitants du Nord*, publié à Stockholm en langue suédoise, et traduit plus tard en allemand (1845) et en français (1846) (1). Mais ces mots n'étaient accompagnés d'aucune définition, d'aucun commentaire; l'auteur n'avait pas même jugé nécessaire d'en indiquer l'étymologie, ni de dire qu'ils étaient

1. Réimprimé dans l'édition allemande posthume des œuvres ethnologiques de Retzius. *Ethnologische Schriften von Anders Retzius*, Stockolm, 1864, in-folio. C'est cette édition que je citerai toujours. Le mémoire sur les formes crâniennes des habitants du Nord (*Ueber die Schœdelformen der Nordbewohner*) est en tête du volume.

nouveaux, si bien qu'il était tout à fait impossible de savoir où il entendait établir la ligne de démarcation entre la brachycéphalie et la dolichocéphalie. On trouvait toutefois dans son mémoire la preuve indirecte que, pour lui, ces expressions n'avaient pas le sens absolu qui découlait de leur étymologie; qu'ils n'indiquaient pas seulement la longueur ou la brièveté du diamètre antéro-postérieur du crâne, mais le rapport de ce diamètre avec le diamètre transversal, rapport qui, chez les Suédois dolichocéphales, était comme 1000 est à 773, et qui, chez les trois peuples brachycéphales mis en parallèle avec les Suédois, était comme 1000 est à 808 pour les Finnois, à 865 pour les Lapons, à 888 pour les Slaves. On en concluait que, dans la pensée de Retzius, la limite entre les brachycéphales et les dolichocéphales était placée au-dessus de 773 et au-dessous de 808; mais cette pensée, il fallait la deviner, et l'on pouvait à bon droit s'étonner qu'un caractère présenté par l'auteur comme fondamental, comme supérieur en importance à tous les autres, n'eût pas été préalablement défini.

Le fait est que Retzius lui-même n'avait pas une idée arrêtée sur ce point, et qu'en janvier 1852, pressé par le professeur Duvernoy, qui lui demandait une explication catégorique, il ne put lui envoyer qu'une réponse évasive. « Vous me demandez, disait-il, les caractères distinctifs entre les formes brachycéphale et dolichocéphale. Je ne veux pas encore déterminer quelques mesures fixes pour les distinguer; mais à l'ordinaire le diamètre longitudinal des dolichocéphales surpasse la largeur d'environ 1|4, tandis que chez les brachycéphales, cette différence varie entre 1|5 et 1|8. Et à défaut de chiffres plus précis, il indiquait d'autres caractères tirés de la forme de l'occiput, de la saillie des bosses pariétales, de la hauteur du crâne, etc. (1).

Une indication aussi vague ne pouvait qu'accroître l'incertitude générale. L'ambiguïté de la rédaction, fort excusable d'ailleurs de la part d'un homme qui écrivait dans une langue étrangère (la lettre à Duvernoy était écrite en français), permettait d'abord de se demander ce que devenaient les crânes dans lesquels la différence des deux diamètres était comprise entre

1. *Ethnologische Schriften*, p. 118.

1/4 et 1/5. Retzius entendait-il en faire un groupe intermédiaire entre les dolichocéphales et les brachycéphales? Cette interprétation n'était pas possible, puisque l'on savait que la distinction des dolichocéphales et des brachycéphales était la base dichotomique de sa classification, qu'en d'autres termes, pour lui tout crâne devait appartenir nécessairement à l'un ou à l'autre groupe. On remarquait d'ailleurs qu'il ne donnait qu'un seul chiffre pour déterminer la dolichocéphalie ; que ce chiffre unique pouvait par conséquent être considéré comme une *limite*, tandis que les deux fractions 1/5 et 1/8, auquel il rattachait la brachycéphalie, paraissaient n'indiquer que les oscillations les plus ordinaires de cette forme crânienne. C'était la seule manière de concilier la formule donnée par l'auteur avec le principe dichotomique de sa classification. Et puis tout crâne non dolichocéphale était brachycéphale, il suffisait de déterminer le caractère du crâne dolichocéphale. Ce caractère était ainsi formulé : « Le diamètre longitudinal des dolichocéphales dépasse la largeur d'environ 1/4. »

Mais ici naissait une autre incertitude. Ce chiffre de 1/4 exprimait-il une fraction du diamètre longitudinal ou une fraction du diamètre transversal ? Le texte ne le disait pas, et les limites que l'on obtenait dans l'un ou l'autre cas étaient fort différentes.

1° Si l'on prenait pour unité le diamètre longitudinal, on trouvait que la largeur du crâne dolichocéphale était égale (ou inférieure) aux trois quarts de sa longueur, c'est-à-dire que, si celle-ci était représentée par 100, la largeur était représentée par 75. Étaient donc dolichocéphales tous les crânes dans lesquels le rapport du diamètre transversal au diamètre longitudinal était égal ou inférieur à 75 pour 100. Cette interprétation fut admise par quelques auteurs ; mais elle n'était pas compatible avec les chiffres consignés par Retzius dans son célèbre mémoire *Sur les formes crâniennes des habitants du Nord*. On y lisait, d'une part, que les Scandinaves font partie des *gentes dolichocephalæ* (1), et, d'une autre part, que chez eux le rapport du diamètre longitudinal au diamètre transversal est : : 1000 : 773,

1. *Ethnologische Schriften*, p. 3.

c'est-à-dire : : 100 : 77.3 (1). Si l'on était encore dolicocéphale à 77.3 pour 100, ce n'était donc pas sur 75 que Retzius avait placé la limite de la dolichocéphalie, et il fallait interpréter autrement sa formule.

2° Si, au contraire, l'on prenait pour unité le diamètre transversal, on en concluait que le diamètre longitudinal du crâne dolichocéphale devait être au moins égal à 1+1/4 ou 5/4 du diamètre transversal, ou, ce qui revient au même, que celui-ci devait être au plus égal aux 4/5 ou aux 80/100 de celui-là. Le rapport de 80 pour 100 établissait donc la limite supérieure de la dolichocéphalie, et cette limite fut acceptée par bon nombre d'anthropologistes. De la sorte les crânes scandinaves rentraient bien nettement dans le groupe dolichocéphale, et la contradiction signalée plus haut disparaissait; mais il en surgissait aussitôt une autre, puisqu'il était évident que, dans la détermination du rapport des deux diamètres, Retzius avait représenté le diamètre longitudinal par le chiffre fixe de 1000, laissant porter toutes les variations sur le chiffre qui exprimait la largeur relative du crâne Ce n'était donc pas le diamètre transversal qui était son unité, c'était le diamètre longitudinal, et l'on retombait aussitôt dans la première alternative, avec ses conséquences contradictoires.

Cependant la distinction des dolichocéphales et des brachycéphales faisait son chemin dans la science. Tout le monde en reconnaissait l'utilité, sinon comme base de classification, du moins comme élément de description; mais tandis que les uns choisissaient la limite de 75 pour 100, d'autres choisissaient celle de 80 pour 100, chacun croyant d'ailleurs se conformer à la doctrine du maître. Bientôt entre ces deux interprétations, également contestées, on en fit naître une troisième, basée encore sur un texte de Retzius. Dans le mémoire déjà cité *Sur les formes crâniennes des habitants du Nord*, le chapitre relatif au crâne des Suédois commençait ainsi :

« La forme de la boite crânienne, vue d'en haut, est ovale. La plus grande longueur est supérieure d'environ 1/4 à la plus grande largeur, de telles sortes qu'elles sont entre elles : : 1000 : 773 ou presque : : 9 : 7 (2). »

1. *Loc. cit.*, p. 4.
2. *Ethnologische Schriften*, p. 4.

Au point de vue de l'arithmétique, ce passage était loin d'être clair. Ici encore on se demandait s'il s'agissait du quart de la longueur, ce qui donnait, comme on vient de le voir, le rapport de 75 pour 100; ou du quart de la largeur, ce qui donnait le rapport de 80 pour 100 et en tout cas, on ne voyait pas le moyen d'évaluer à 1/4 de l'une ou de l'autre le rapport des deux dimensions qui étaient entre elles : : 9 : 7 ou : : 1000 : 773. Retzius, il est vrai, ne disait pas exactement 1/4 mais *environ* 1/4 (*un* 1/4) ce qui laissait au lecteur quelque latitude mais comme les deux rapports 773 : 1000 et 7 : 9 se trouvaient précisément placés à égale distance de 75 pour 100 et de 80 pour 100, il devenait difficile de préciser la pensée de l'auteur. Il y avait toutefois ceci de certain, qu'un crâne dont les diamètres donnaient le rapport de 9 à 7 était dolichocéphale; on se rattacha donc à cette fraction de 9/7 ou plutôt de 7/9, puisqu'on prenait le diamètre longitudinal pour unité. Entre les auteurs qui plaçaient la limite de la dolichocéphalie sur la fraction de 3/4 ou 75 pour 100, et ceux qui la plaçaient sur la fraction de 4/5 ou 80 pour 100, il y en eut d'autres qui la placèrent sur la fraction de 7/9 ou de 77.7 pour 100. Cette dernière opinion fut adoptée par M. Charles Vogt, qui, en caractérisant la dolichocéphalie par le rapport de 7/9 ajouta que la brachycéphalie était caractérisée par le rapport de 7/8 (1).

Ainsi le sens des mots *brachycéphale* et *dolichocéphale*, après l'explication fournie par Retzius et après tant d'efforts d'interprétations, devenait plus obscur qu'auparavant. Mais ce qui, dans une science déjà solidement constituée, aurait été considéré comme un vice radical, favorisa au contraire singulièrement, à cette époque ou l'anthropologie commençait à peine à s'établir sur le terrain de l'anatomie, le succès de la classification de Retzius et de la doctrine ethnogénique, simple et séduisante, qu'il y rattacha. On admit, d'après lui, avec empressement, que toutes les populations autochtones de l'Europe, y compris les Iles-Britaniques appartenaient à une race *brachycéphale*; que cette race à demi sauvage était restée maîtresse du sol pendant toute la durée de l'*âge de pierre*; que plus

1. Karl Vogt, *Zoologische Briefe*, Bd II, p. 556 (1853).

tard une race *dolichocéphale* venue de l'Asie, plus civilisée, plus intelligente et armée du bronze, la race aryenne ou indo-européenne, avait fait irruption sur elle, l'avait vaincue, dépossédée et presque partout exterminée, et que par conséquent l'inauguration de l'*âge de bronze* avait été marquée en Europe par l'introduction de la dolichocéphalie, de la civilisation aryenne et des langues à flexion. Trois peuples seulement, les Basques, en se réfugiant dans les montagnes des Pyrénées, les Finnois et les Lapons, en reculant vers le Nord, avaient su échapper à cette extermination de la race autochthone, et avaient conservé, avec leur indépendance, la brachycéphalie primitive et les langues d'agglutination. Telle fut la théorie propagée par Retzius et ses adhérents. C'était la formule craniologique d'un fait parfaitement établi par la linguistique et par l'archéologie, et dès lors pleinement confirmé depuis par la paléontologie, savoir, qu'avant l'époque relativement très-récente où les immigrations asiatiques importèrent en deçà du Caucase et de l'Hellespont les langues et la civilisation aryennes, l'Europe était déjà occupée depuis un nombre incalculable de siècles par des populations autochthones. Mais cette formule craniologique était entièrement fausse. Loin que le type dolichocéphale soit le dernier venu en Europe, il est probable, au contraire, qu'il y est beaucoup plus ancien que le type brachycéphale; il est certain en tout cas, qu'il y est infiniment antérieur à l'ère des migrations aryennes, car on l'a retrouvé dans des sépultures et des gisements qui correspondent à toute la durée de l'âge de pierre, non-seulement dans les dolmens, où il est associé à la *pierre polie* et aux animaux actuels de nos climats, non-seulement dans les cavernes et dans les terrains qui recèlent avec la *pierre taillée*, les ossements du *Renne* et des autres animaux émigrés, mais encore dans les dépôts beaucoup plus anciens que caractérise, d'une manière si nette la faune du *Mammouth* et des espèces quaternaires éteintes. Quant au type brachycépale, on n'a pu jusqu'ici, en remontant le cours des âges, le suivre que jusqu'à l'époque du Renne, et il est encore douteux qu'il ait existé à l'époque du Mammouth : Quoi qu'il en soit, il est incontestable que les autochthones de l'Europe c'est-à-dire les peuples antérieurs à l'époque indo-européenne, n'appartenaient pas, comme l'a admis l'école de Retzius, à une

seule et même race, qu'ils formaient au moins deux groupes anthropolologiques essentiellement distincts par la forme de leurs crânes; que le type dolichocéphale était parmi eux plus répandu et probablement plus ancien que le type brachycéphale et que la théorie ethnogénique de Retzius n'a donné au problème des origines européennes qu'une solution tout à fait illusoire. Comment se fait-il donc qu'une théorie aussi contraire à l'observation anatomique ait pu germer dans l'esprit de l'éminent anatomiste suédois, qu'elle ait été aussitôt acceptée par tous les savants, qu'elle se soit imposée tout d'abord à la Société d'anthropologie qu'elle ait résisté pendant vingt ans au témoignage des faits, et qu'elle compte même encore aujourd'hui quelques partisans attardés? C'est parce que les termes de *brachycéphale* et de *dolichocéphale* avaient été admis dans la science sans avoir été préalablement définis, parce que l'élasticité de ces termes laissait libre carrière aux appréciations, parce que la plupart des races d'Europe, n'étant ni assez brachycéphales ni assez dolichocéphales pour se rattacher évidemment et incontestablement à l'un ou à l'autre type, pouvaient, suivant les besoins de la théorie, être rapportées tantôt au premier, tantôt au second, et que dans ces conditions la critique scientifique devenait vague comme les faits eux-mêmes.

Si l'on ne tenait compte que des confusions et des erreurs qui se sont glissées dans la science à la suite de la théorie des brachycéphales et des dolichocéphales, on pourrait être tenté de se demander, à l'exemple de quelques auteurs contemporains, s'il est bon de maintenir la distinction de ces deux types et de conserver les mots qui la consacrent.

Ce serait pousser beaucoup trop loin la réaction contre une méthode de recherches qui, pour avoir donné lieu à des exagérations et à des conclusions prématurées, n'en est pas moins extrêmement précieuse. Cette méthode, que Retzius n'a pas généralisée, mais dont il est le premier fondateur, consiste à compléter l'étude des éléments craniométriques, en déterminant *leurs rapports proportionnels*. Le compas, le ruban métrique donnent des mesures absolues; mais le volume du crâne est très-variable : deux crânes tout à fait semblables peuvent être très-inégaux, deux crânes qui ont la même longueur peuvent être

très-dissemblables, et si l'on ne recule pas devant la lenteur et l'aridité des mensurations partielles, c'est parce qu'on espère ainsi faciliter l'appréciation des formes ; or, la forme découle des rapports des éléments craniologiques et non de leurs dimensions absolues. C'est ce que Retzius a compris : les mots *brachycéphales* et *dolichocéphales* qu'il a créés, n'exprimaient d'abord pour lui, leur étymologie le prouve clairement, que les variations de longueur du crâne ; mais il a senti presque aussitôt que cette longueur par elle-même avait peu de signification, qu'elle tirait toute son importance de son rapport avec le diamètre transversal. C'est pourquoi, représentant le diamètre antéro-postérieur par 1000, il a déterminé par le calcul la longueur *relative* du diamètre transversal. Il a pu ainsi représenter en chiffres le caractère le plus important de la circonférence horizontale du crâne. S'il en est resté là, s'il n'a pas vu que ce procédé devait conduire à constater la gradation presque insensible des types humains, si, à cette gradation qui est dans la nature, il a substitué une dichotomie radicale, une séparation systématique des races humaines en deux groupes, l'un brachycéphale, l'autre dolichocéphale, c'est parce que sa théorie des autochthones, éclose trop vite dans son esprit et trop vite acceptée par les savants, était devenue, on le conçoit aisément, sa préoccupation dominante. Voilà pourquoi, après avoir proclamé la distinction des deux principales formes du crâne et après avoir trouvé le moyen de les représenter par des expressions numériques, il n'a jamais pu se résoudre à déterminer entre elles une ligne de démarcation, à dire où commençait la brachycéphalie, où commençait la dolichocéphalie. Comprenait-il que cette ligne de démarcation ne pouvait être qu'arbitraire ? Prévoyait-il que l'application rigoureuse de sa méthode craniométrique menaçait à la fois sa classification anthropologique et sa théorie ethnogénique ? Peu nous importe, et ce que nous devons constater, ce qui suffit à graver son nom dans l'histoire de l'anthropologie, c'est qu'il a jeté les fondements d'une méthode qui, restée peu productive dans ses mains, a été aisément fécondée par les travaux ultérieurs. La détermination des rapports proportionnels, faite d'abord seulement pour l'étude comparative du diamètre antéro-postérieur et du diamètre transversal du crâne, a été

étendue ensuite au diamètre vertical, puis aux cordes crâniennes, aux diverses parties de la face, de la base du crâne, et enfin aux courbes elles-mêmes. Les résultats qu'elle a fournis n'ont pas tous la même importance, mais plusieurs offrent un intérêt de premier ordre. Toutefois je ne me propose pas de les exposer ici dans leur ensemble, et je ne traiterai aujourd'hui que la question de la dolichocéphalie et de la brachycéphalie.

§ 2. — *Division et nomenclature de l'auteur.*

Lorsque la Société d'anthropologie fut fondée, en 1859, la doctrine ethnogénique de Retzius était à son apogée, et ses idées sur la dichotomie des races humaines furent tout d'abord admises sans contestation. Il faut bien avouer, d'ailleurs, que nous n'étions pas encore prêts à les contrôler. Depuis la chute de l'école phrénologique, les mensurations de la tête et du crâne étaient complétement abandonnées chez nous. On mesurait encore quelquefois l'angle facial, mais c'était à l'œil qu'on jugeait la forme des crânes. L'usage du compas d'épaisseur était à peu près inconnu, et lorsque je voulus commencer mes études craniométriques, je fus obligé de faire construire moi-même tout mon outillage. Tant que je m'en étais tenu à l'examen purement morphologique des crânes, je ne m'étais pas cru autorisé à élever des doutes sur la valeur de la classification de Retzius. Si j'éprouvais quelque hésitation à classer un crâne parmi les dolichocéphales ou parmi les brachycéphales, au lieu de mettre en suspicion les principes dichotomiques, je n'accusais que l'inexpérience de mes yeux. Mais, lorsque je me trouvai en présence des résultats irrécusables de la mensuration, je dus bien me rendre à l'évidence.

Plus d'une fois, en mesurant, dans les galeries du Muséum, des crânes de même race, j'avais été frappé de ce fait que le rapport de la largeur à la longueur pouvait présenter, dans la race la plus pure, des variations très-étendues, constituant des différences plus grandes que celles qui existaient entre certains dolichocéphales et certains brachycéphales.

Je commençais donc à trouver tant soit peu arbitraire la classification dichotomique de Retzius, lorsque j'eus l'occasion de

recueillir, pour le musée de la Société d'anthropologie, et de mesurer en détail, plusieurs grandes séries de crânes parisiens de diverses époques. Je vis alors dans chacune de ces séries les formes crâniennes et les chiffres proportionnels qui les exprimaient se succéder par nuances insensibles depuis la dolichocéphalie la plus prononcée jusqu'à la brachycéphalie la plus évidente, et je reconnus ainsi que ces chiffres ne pouvaient constituer une *caractéristique* véritable, mais seulement un *indice*. Je désignai donc sous le nom d'*indice céphalique* le rapport centésimal du diamètre transversal du crâne au diamètre longitudinal (1).

La forme du crâne, ou plutôt celle de sa circonférence horizontale, étant exprimée par cet indice, les épithètes de *dolichocéphale* et de *brachycéphale* ne venaient plus que par surcroît, elles

1. *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1re série, t. II, p. 505, séance du 4 juillet 1861 et dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 334. — L'idée que les rapports des diverses dimensions du crâne entre elles ne constituent pas des *caractères*, mais seulement des *indices*, n'a soulevé aucune contestation et est aujourd'hui généralement adoptée. Parmi ceux de ces indices que j'ai l'habitude d'étudier, je citerai : l'*indice vertical* du crâne, ou rapport du diamètre vertical ou longitudinal, déjà étudié par M. de Baer; l'*indice frontal*, ou rapport du diamètre frontal minimum au diamètre transversal maximum du crâne ; l'*indice du trou occipital*, au rapport de la largeur de ce trou à sa longueur ; l'*indice orbitaire*, ou rapport de la hauteur de l'orbite à sa largeur ; l'*indice facial*, ou rapport de la longueur de la face à sa plus grande largeur (ce n'est pas ici le lieu d'indiquer le procédé que je suis pour déterminer la véritable longueur de la face) ; l'*indice nasal*, ou rapport de la largeur des narines osseuses à la hauteur des fosses nasales ; l'*indice palatin*, ou rapport de la largeur de la voûte palatine à sa longueur, etc. Il y a d'autres indices que j'ai appelé *cubiques* et qui résultent de la comparaison des volumes. Je n'en ai étudié qu'un seul : c'est le rapport de la capacité du crâne au produit des trois diamètres (longueur, largeur et hauteur) ; je l'ai appelé l'*indice cubique du crâne* (*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1re série, t. IV, p. 253, séance du 17 mars 1864, et dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 220.). Tout récemment M. le professeur Mantegazza a étudié deux autres indices cubiques : l'*indice céphalorbitaire*, ou rapport de la capacité de la cavité orbitaire avec la capacité du crâne ; et l'*indice céphalo-spinal*, ou rapport du calibre du trou occipital à la capacité du crâne. Ce dernier indice serait mieux nommé *céphalo-rachidien* (voir les deux mémoires de M. Mantegazza dans *Archivio per l'antropologia e la etnologia*, vol. I, p. 40-62 et p. 149-165). Voilà donc un grand nombre d'indices qui tous peuvent être qualifiés de *céphaliques*, puisqu'ils concernent la tête ; mais l'indice qui exprime le rapport de la longueur à la largeur, étant le plus célèbre, le plus anciennement connu et le plus significatif, mérite d'être appelé par excellence l'*indice céphalique*. Ce nom ne peut donner lieu à aucune confusion. Je dois ajouter cependant que plusieurs auteurs allemands, à l'exemple de M. Welcker, désignent de préférence l'indice céphalique sous le nom d'*indice de largeur* (Breitenindex). M. Gaussin, auteur d'un mémoire important, où l'indice vertical du crâne a été pour la première fois étudié d'une manière rigoureuse dans ses rapports avec l'indice céphalique proprement dit, a désigné ce dernier indice sous le nom d'*indice céphalique horizontal* (*Bulletin de la Société d'anthropologie*, 1re série, vol. II, p. 141-168, mars 1865). Mais cette double désignation ne me semble pas nécessaire : il suffit de convenir une fois pour toutes que l'indice céphalique exprime le rapport des deux diamètres horizontaux.

perdaient leur valeur toxonomique et n'étaient plus que des termes descriptifs, indiquant sommairement la forme allongée ou arrondie du crâne. Mais alors ces deux divisions ne suffisaient plus, car on distingue aisément au premier coup d'œil plus de deux formes de crânes. Que les crânes évidemment allongés soient appelés *dolichocéphales*, que les crânes évidemment arrondis soient appelés *brachycéphales*, rien de mieux. Mais un grand nombre de crânes ont une forme intermédiaire. Il me parut donc nécessaire d'instituer entre les deux grandes catégories des crânes allongés et des crânes arrondis une catégorie intermédiaire ou moyenne, que je désignai sous le nom de *crânes mésaticéphales* (de μεσάτιος, moyen).

Quelles limites convenait-il d'assigner à ce groupe intermédiaire ? J'aurais hésité peut-être si je n'avais connu les divergences que la détermination de la brachycéphalie et de la dolichocéphalie avait fait naître parmi les successeurs de Retzius. Si les uns établissaient la ligne de démarcation sur l'indice de 7/9 et les autres sur l'indice de 8/10, ce n'était pas seulement parce que les textes de Retzius manquaient de précision et laissaient place à des interprétations variables, mais parce que, en réalité, les formes comprises entre les deux indices de 7/9 et 8/10 n'étaient pas assez caractérisées pour être appréciées de la même manière par tous les observateurs. Ceux qui les jugeaient plutôt arrondies qu'allongées plaçaient la limite sur l'indice de 7/9; ceux qui les jugeaient plutôt allongées qu'arrondies la plaçaient sur l'indice de 8/10. En choisissant ces deux indices comme limites de la mésaticéphalie, j'avais donc l'avantage de respecter les dénominations antérieures là où elles étaient incontestées et de ne les changer que là où elles donnaient lieu à des contradictions, c'est-à-dire entre 7/9 et 8/10 ou entre 77.77 pour 100 et 80 pour 100.

Le groupe des mésaticéphales étant ainsi constitué, je ne tardai pas à constater l'utilité pratique de cette division. En passant en revue mes grandes séries parisiennes, j'arrivai aisément à reconnaître au premier coup d'œil la forme correspondant à la mésaticéphalie ; mais cette même étude me montra que, même après l'élimination des mésaticéphales, chacun des deux groupes dolichocéphale et brachycéphale était encore plus disparate que

ne l'exigeait la clarté des descriptions. Le premier comprenait à la fois des crânes modérément allongés et des crânes très-allongés, le second des crânes modérément arrondis et des crânes très-arrondis ; et il me paraissait aussi facile de distinguer deux degrés dans l'un et l'autre groupe que de distinguer ces groupes eux-mêmes du groupe mésaticéphale. Je jugeai donc utile de diviser les dolichocéphales en deux catégories : les *dolichocéphales vrais* (1) et les *sous-dolichocéphales*, et je divisai de même les brachycéphales en *brachycéphales vrais* et *sous-brachycéphales*. Les mésaticéphales prenaient naturellement place entre les sous-dolichocéphales et les sous-brachycéphales. Le nombre des divisions se trouvait donc porté à cinq (2).

On pouvait ainsi, dans les descriptions, désigner tout crâne, individuel ou moyen, sous un nom qui rappelait aussitôt sa forme la plus générale ; mais ce nom ne constituait pas une détermination précise ; c'était l'indice céphalique seul qui pouvait désigner la forme particulière du crâne.

Cet indice céphalique, Retzius, comme on l'a vu plus haut, l'exprimait en millièmes ; il m'a paru préférable de l'exprimer en centièmes, en y ajoutant deux décimales qui correspondent à des dix-millièmes. Lorsqu'il s'agit, en effet, de faire connaître la forme d'un crâne, les centièmes suffisent parfaitement, les millièmes seraient superflus et chargeraient inutilement la mémoire. Mais lorsqu'il s'agit d'étudier rigoureusement une collection de crânes, de la disposer en série par ordre croissant d'indices céphaliques, de la subdiviser en groupes secondaires et d'en déterminer les moyennes, les millièmes mêmes ne suffisent plus et il est nécessaire de pousser la division jusqu'aux dix-millièmes, c'est-à-dire d'ajouter deux décimales à l'indice centésimal.

Ainsi, toutes les séries de crânes parisiens, depuis le douzième siècle jusqu'à nos jours, ont fourni des indices céphaliques compris entre 79 et 80 pour 100. Le chiffre de 79 suffit parfaitement pour indiquer la caractéristique morphologique du

1. Je disais dans l'origine dolicéphales *purs* et brachycéphales *purs ;* mais l'épithète de *pur* qui, dans ma pensée ne se rapportait qu'à la forme, pouvait faire croire qu'il s'agissait de la pureté de la race : j'ai donc remplacé *pur* par *vrai*, qui signifie dolichocéphales ou brachycéphales *proprement dits*.

2. *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1re série, t. II, p. 507. 4 juillet 1861 et P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. p. 341-342.

crâne moyen de chacune de ces séries, c'est ce chiffre qu'on doit se graver dans la mémoire. Mais lorsqu'on veut comparer entre elles des séries très-voisines, il est nécessaire de prendre en outre deux décimales ; on trouve par exemple que les indices céphaliques des séries parisiennes ont été, à trois époques différentes, de 79.18, 79.56, 79.00, et ces moyennes sont assez rapprochées pour qu'il soit utile de tenir compte de la seconde décimale. La substitution des indices centésimaux aux rapports en millièmes usités par Retzius a donc l'avantage de répondre à tous les besoins.

Mais si, pour l'exactitude et la précision de l'étude analytique des crânes, la détermination des indices céphaliques qui expriment rigoureusement l'un de leurs principaux caractères est tout à fait indispensable, il n'en est plus de même lorsqu'on se propose seulement de les décrire à grands traits, de leur assigner un nom ou du moins de faire connaître par une épithète la place qu'ils occupent dans la série. Les indices céphaliques, comme toutes les données numériques, établissent un nombre presque infini de nuances, et l'esprit se perdrait dans les détails si l'on ne posait de distance en distance un certain nombre de jalons assez espacés pour ne séparer que des catégories bien distinctes, assez rapprochés cependant pour que chaque catégorie ne renferme que des crânes peu différents les uns des autres. L'indice céphalique des crânes normaux les plus dolichocéphales peut descendre au-dessous de 65 ; celui des crânes les plus brachycéphales peut aller jusqu'à 92 et au delà ; et l'amplitude de ces oscillations, qui dépasse déjà 27 pour 100, augmente encore de plus de 15 pour 100 si l'on tient compte des crânes déformés naturellement ou artificiellement.

Il est vrai que, pour obtenir un pareil écart, il faut considérer des individus plus ou moins exceptionnels, présentant l'exagération du type de leur race. Il est rare que l'indice céphalique moyen d'une race descende jusqu'à 71 ou s'élève jusqu'à 87, ce qui permet de restreindre l'écart à environ 16 pour 100 ; mais ce chiffre réduit montre encore la nécessité de porter au delà de deux et même de trois le nombre des divisions de la série et justifie le classement en cinq groupes que j'ai adopté.

Toutefois ces divisions, établies en vue de la facilité des des-

criptions, sont entièrement factices, et les lignes de démarcation qui les déterminent ne peuvent être que conventionnelles. Or, en fait de convention, il est bon, lorsqu'on peut le faire sans inconvénient, de conserver celles qui comptent déjà des partisans. C'était cette considération qui m'avait fait choisir les indices de 7/9 et de 8/10 pour limites de la mésaticéphalie, et ce fut dans la même pensée que je choisis l'indice de 6/8, ou de 75 pour 100, pour ligne de démarcation entre la dolichocéphalie vraie et la sous-dolichocéphalie. On n'a pas oublié que l'une des interprétations du texte de Retzius avait conduit quelques auteurs à établir sur cette limite le niveau supérieur de la dolichocéphalie. Mes dolichocéphales vrais étaient donc ceux qui avaient toujours été appelés dolichocéphales par tout le monde; et je laissais parmi les sous-dolichocéphales ceux dont la dolichocéphalie avait été méconnue par quelques auteurs.

Quant à la subdivision du groupe des brachycéphales, je dus la déterminer moi-même ; car ici il n'y avait pas de précédent à consulter. Je la plaçai d'abord sur l'indice de 85 pour 100 ; ce chiffre, facile à retenir, m'offrait l'avantage d'être très-commode pour classer les crânes brachycéphales des séries parisiennes, où le plus grand indice céphalique *individuel* s'élevait jusqu'à 91. J'avais donc, de 80 à 91 pour 100, un écart considérable, que le chiffre de 85 coupait à peu près par moitié ; mais lorsque, plus tard, je voulus appliquer cette division au classement des *races* brachycéphales, je reconnus la nécessité de la modifier. Aucune de ces races, aucune du moins de celles qui sont représentées dans les musées de Paris par des séries de plus de quatre à cinq crânes, ne me donna un indice céphalique moyen supérieur à 86 ; presque toutes restaient au-dessous de 85, de sorte que la répartition des races brachycéphales en deux groupes limités par l'indice de 85 était beaucoup trop inégale, et que la distinction des sous-brachycéphales et des brachycéphales vrais perdait presque toute son utilité dans la crâniologie ethnique. Il m'a donc paru nécessaire d'abaisser cette limite, c'est-à-dire de restreindre l'étendue du groupe sous-brachycéphale, et d'augmenter d'autant celle du groupe brachycéphale. En cherchant le point où il était le plus convenable d'établir la ligne de démarcation, je me suis proposé d'abord de rendre la division com-

mode pour le classement des races et ensuite de la rendre commode pour la mémoire. A ce dernier point de vue, j'ai pensé que le choix d'une fraction simple était préférable à tout autre. On n'a pas oublié que Retzius et ses successeurs n'avaient eu recours aux réductions centésimales qu'après avoir pris pour limites des fractions simples, telles que 3/4 (75 pour 100), 7/9 (77.77 pour 100), 4/5 (80 pour 100). Ayant adopté ce principe dans les autres parties de ma classification, j'ai trouvé utile de m'y conformer encore ici ; je me suis donc arrêté à la fraction 5/6, qui donne l'indice centésimal de 83.33 pour 100, et j'ai reconnu que ce chiffre avait en outre l'avantage de donner à la distinction des sous-brachycéphales et des brachycéphales, une valeur à peu près semblable à celle des sous-dolichocéphales et des dolichocéphales.

Après cette correction, la constitution de mes cinq groupes se trouve déterminée de la manière suivante :

		Indices céphaliques.	Fractions simples.
Dolichocéphales.	Dolichocéphales vrais...........	Au-dessous et jusqu'à 75 $^0/_{00}$	ou 3/4, ou 6/8
	Sous-dolichocéphales.........	De 75.01 à 77.77 $^0/_{00}$	ou 7/9
Mésaticéphales..................		De 77.78 à 80 $^0/_{00}$	ou 4/5, ou 8/10
Brachycéphales.	Sous-brachycéphales.........	De 80.01 à 83.33 $^0/_{00}$	ou 5/6, ou 10/12
	Brachycéphales vrais..........	Au-delà de 83.33 $^0/_{00}$.	

Si l'on éprouvait quelque difficulté à retenir les chiffres centésimaux de ce tableau, on les retrouverait aisément à l'aide des fractions simples qu'ils représentent, et qui se succèdent dans un ordre assez commode pour la mémoire.

Les mots *sous-brachycéphale* et *sous-dolichocéphale*, qui figurent dans cette nomenclature, n'ont donné lieu en France à aucune objection ; ils n'ont rien de choquant dans notre langue, où un trait d'union sépare la préposition du substantif dérivé du grec qu'elle précède. On ne considère pas comme des mots hybrides les mots analogues, tels que *sous-diaphragmatique*, *sous-arachnoïdien*, *demi-diamètre*, ce sont seulement des mots composés (1). Mais les auteurs anglais et allemands qui se sont servis des mots *sous-brachycéphale sous-dolichocéphale*, ont été

1. On dit indifféremment une *demi-sphère*, en deux mots, ou un *hémisphère* en un seul mot.

obligés de remplacer la préposition française *sous* par la préposition latine *sub*, et de la fusionner avec le substantif, de sorte que les mots *subbrachycephalic* (anglais) ou *subbrachycephalen* (allemand) sont devenus des mots hybrides et ont soulevé quelque critique de la part même de ceux qui ont bien voulu les accepter. Pour rendre ces mots corrects, il suffirait d'y maintenir le trait d'union, qui leur donnerait la physionomie de mots composés.

Après avoir répondu à l'objection que l'on a faite contre ma nomenclature, j'en exposerai une autre, que je me suis faite à moi-même, et qui m'a fait quelque temps hésiter. Il n'est pas nécessaire de mesurer un grand nombre de crânes pour constater que beaucoup de brachycéphales ont un diamètre antéro-postérieur supérieur à celui de beaucoup de crânes dolichocéphales. Il n'est donc pas exact d'appeler brachycéphales, c'est-à-dire crânes courts, ceux dont l'indice céphalique est grand, ni d'appeler dolichocéphales, c'est-à-dire crânes longs, ceux dont l'indice céphalique est petit. Ce n'est pas d'un seul diamètre, mais du rapport de deux diamètres, que résultent les formes crâniennes caractérisées par tel ou tel indice céphalique, et les dénominations empruntées aux variations d'un seul diamètre sont par conséquent trompeuses dans beaucoup de cas. Voilà pourquoi je me suis posé la question de savoir s'il était bon de conserver les noms de brachycéphales, de dolichocéphales et leurs dérivés, pour désigner des groupes basés sur l'étude des indices céphaliques. Il eût été facile de les remplacer par des mots empruntés à la forme plus ou moins arrondie, plus ou moins ovale ou elliptique de la coupe horizontale du crâne. Mais, toute réflexion faite, il m'a paru qu'il y avait moins d'avantage à rectifier la nomenclature que d'inconvénients à rejeter des noms généralement admis, et à introduire ainsi des complications graves dans le langage craniologique.

J'ai donc conservé les mots créés par Retzius et consacrés par l'usage ; mais j'appelle l'attention des anthropologistes sur la nécessité de n'admettre désormais dans la nomenclature des crânes que des expressions mieux appropriées à la nature des choses. Si l'on considère que les dimensions absolues des crânes

sont très-variables, que des crânes de même forme peuvent présenter des différences de volume excessives, que deux crânes de forme tout à fait opposée peuvent avoir la même longueur ou la même largeur, qu'un même crâne nettement dolichocéphale peut être à la fois plus court qu'un crâne brachycéphale et plus large qu'un autre crâne brachycéphale (1), on comprendra que tout nom qui n'exprime qu'une seule des dimensions du crâne expose à faire de fausses désignations, à moins qu'il ne soit précédé d'un autre nom indiquant la forme générale du crâne. Au surplus, c'est un point sur lequel je reviendrai dans un prochain mémoire ou je m'occuperai de groupes secondaires.

§ 3. — *Classifications et nomenclatures de MM. Welcker, Thurnam et Huxley.*

A l'exception de la légère correction qui concerne la limite des deux groupes brachycéphales, les divisions que je viens d'indiquer et leurs caractéristiques sont celles que j'ai communiquées à la Société d'anthropologie dans la séance du 4 juillet 1861. M. Welcker, de Halle, ne connaissait pas encore cette communication lorsqu'il publia, l'année suivante, son grand ouvrage de craniologie intitulé : *Ueber Wachsthum und Bau der menschlichen Schædels* (2). Frappé, comme je l'ai été moi-même, de l'insuffisance de la division dichotomique établie par Retzius, l'auteur avait reconnu la nécessité de constituer entre les doli-

1. En voici un exemple tiré de la série des crânes parisiens du dix-neuvième siècle du musée de la Société d'anthropologie :

Numéros.	Diamètre antéro-postérieur.	Diamètre transversal.	Indice céphalique.
4	184	138	75.00
44	186	154	82.79
74	169	137	81.06

Le premier crâne, qui est bien nettement dolichocéphale, est plus court que le second, qui est brachycéphale, et plus large que le troisième, qui est également brachycéphale.

2. Le dernier fascicule des *Bulletins de la Société d'anthropologie* de Paris pour 1861 ne parut à Paris qu'à la fin de janvier 1862. On conçoit très-bien que les libraires chargés de distribuer ce fascicule en Allemagne n'aient pas servi immédiatement M. Welcker, et comme ce dernier mit son ouvrage sous presse au printemps de 1862, il est tout naturel qu'il n'ait pas eu le temps de prendre connaissance de mon travail. Voir Welcker, *Kraniologische Mittheilungen*, dans *Archiv für Anthropologie*, Bd I, 131 (en note). Braunschweig, 1 66, in-4°.

chocéphales et les brachycéphales un groupe intermédiaire, qu'i désignait sous le nom d'*orthocéphales* (1). Je dois me féliciter d'avoir précédé dans cette voie un anthropologiste aussi compétent que M. Welcker, mais j'ai le regret de ne pouvoir me rallier à la dénomination qu'il a adoptée. Le mot *mésaticéphale* me paraît de tous points préférable, parce qu'il exprime l'idée d'une *forme intermédiaire*, tandis que le mot *orthocéphale* ne désigne nullement ce caractère. Mon ami Charles Vogt, exposant dans ses *Leçons sur l'homme* les recherches de M. Welcker, a supposé qu'*orthocéphale* voulait dire *tête droite* (2). C'était parfaitement conforme à l'étymologie. Le radical ὀρθός, pris dans le sens propre, signifie *droit* ou *vertical* ; c'est dans cette acceptation exclusivement qu'on l'a admis jusqu'ici dans le langage de l'anatomie, de la pathologie et de l'histoire naturelle. Mais ce n'est point là certainement l'idée que M. Welcker a voulu exprimer, car les têtes du groupe intermédiaire ne sont ni plus ni moins droites que les têtes dolichocéphales ou brachycéphales. L'acceptation du mot *orthocéphale* ne peut donc se rapporter au sens propre du mot ὀρθός, et se rapporte par conséquent à son sens figuré qui signifie qu'une chose est juste, sage, vraie, exacte, correcte. Il n'est pas d'épithète plus honorable, et ce qui a sans doute déterminé le choix de M. Welcker, c'est la constatation qu'il venait de faire que le crâne moyen des Allemands, réputé dolichocéphale d'après Retzius, avait un indice céphalique notablement inférieur à celui de la dolichocéphalie, qu'il rentrait précisément dans le groupe intermédiaire entre les dolichocéphales et les brachycéphales. Cette découverte lui imposait une certaine circonspection, car les Allemands tenaient alors beaucoup à leur réputation de dolichocéphales (3); il fallait un peu de diplomatie pour leur faire accepter une autre place, mais ils auraient été bien difficiles s'ils n'avaient pas consenti à être *or-*

1. Welcker, *Ueber Wachsthum und Bau der menschlichen Schædels*. Leipzig 1862, in-folio, s. 43.
2. Carl Vogt, *Vorlesungen über den Menschen, seine Stellung in der Schœpfung und in der Geschichte der Erde*. Giessen, 1863, in-8°, Bd I, s. 57. M. Vogt se rallie au mot *mésaticéphale*, qu'il trouve bien préférable à *orthocéphale* ; mais il propose de l'abréger en disant *mésocéphale*, qui serait plus commode effectivement, s'il ne prêtait au double sens. On sait que *mésocéphale* est le nom d'un organe encéphalique, la protubérance annulaire.
3. Voyez, dans le livre de M. Welcker, le paragraphe intitulé : *Brachycephalie und Dolichocephalie*, p. 41-46.

thocéphales, c'est-à-dire les représentants de la forme pure et correcte du type humain.

Je puis écarter ici toute arrière-pensée d'amour-propre national, car les Français, tout comme les Allemands, ont en moyenne un indice céphalique qui les place entre les dolichocéphales et les brachycéphales. Nous ne pourrions donc que nous réjouir de mériter, nous aussi, l'épithète d'*orthocéphales*, qui, suivant l'expression du vieux Montaigne, indique « une teste bien faicte », et qui, d'après la perfection de la boîte, fait augurer favorablement de la perfection du contenu. Pourtant j'éprouve, je l'avoue, quelque hésitation à bénéficier d'un titre aussi flatteur, car j'ai connu dans plusieurs pays de l'Europe des hommes sages et beaux qui, bien que dolichocéphales ou brachycéphales, faisaient honneur à l'humanité. Et, si le mot *orthocéphale* n'indique que la correction de la forme, je n'oserai pas exclure de l'orthocéphalie les nègres et les Kalmouks, sous le prétexte que les premiers sont dolichocéphales et les derniers brachycéphales, car je n'ai aucune raison de croire que leurs courbes céphaliques, pour différer des nôtres, soient incorrectes. Le premier homme, qui fut, comme on sait, fait à l'image de Dieu, pouvait à bon droit se dire *orthocéphale* ; et si j'avais quelques renseignements sur l'indice céphalique de son crâne, j'aurais un criterium pour déterminer le type de l'orthocéphalie. Mais ce crâne vénérable, personne encore, pas même Scheukzer, n'a pu le découvrir, et, pour ma part, je ne le chercherai pas : je craindrais trop qu'il ne fut pas semblable au mien et que l'orthocéphalie ne devînt l'apanage de quelque Mélanésien.

Si ces raisons ne paraissaient pas suffisantes, je ferais remarquer que le mot d'*orthocéphale* produirait dans le langage anthropologique un désordre fâcheux, non-seulement parce qu'il ne rend par l'idée de forme intermédiaire qu'il devrait exprimer, mais encore et surtout parce qu'il s'introduit dans une classification où son radical figure déjà avec une tout autre acception. Il vient constituer entre les deux groupes primaires de Retzius un troisième groupe primaire ; mais chaque groupe primaire a été divisé par Retzius en deux groupes secondaires : les *prognathes*, à mâchoires obliques ; et les *orthognathes*, à mâ-

choires verticales. Ces mots, antérieurs à Retzius, sont classiques ; et leur acception, fondée sur une étymologie parfaitement claire, est connue de tout le monde. Comme les brachycéphales, et les dolichocéphales, les orthocéphales comprendront donc deux catégories : il y aura les orthocéphales prognathes et les orthocéphales orthognathes, de sorte que l'on se verra forcé d'accoupler deux mots dérivés d'un même radical et pris dans deux sens tout à fait différents, et quiconque ne connaîtra pas les conditions psychologiques qui ont présidé à la naissance de l'orthocéphalie sera tenté de croire que les orthocéphales sont caractérisés par une direction particulière de l'axe de la tête.

Il me paraît donc tout à fait inopportun de donner le nom d'*orthocéphales* aux crânes de forme intermédiaire, et, quoique mon savant ami M. Thurnam ait quelque tendance à accepter cette dénomination (1), je pense que le nom de *mésaticéphale*, que j'ai employé depuis 1861, et qui est généralement adopté en France, est bien préférable. M. Thurnam a trouvé, il est vrai, qu'*orthocéphale* était plus euphonique ; c'est une affaire de goût ; mais ce qu'on doit rechercher dans les noms scientifiques, c'est l'exactitude et la clarté, plutôt que l'harmonie, et le mot de *mésaticéphale* n'est point d'ailleurs si difficile à prononcer qu'on doive lui préférer, pour ce seul motif, un mot dont l'étymologie laisse tant à désirer.

Dans le travail que je viens de citer, M. Thurnam, ayant à étudier une longue série d'anciens crânes bretons et gaulois, et voyant dans cette série l'indice céphalique varier de plus de 20 pour 100, a reconnu, comme moi, qu'il ne suffisait pas de placer un groupe intermédiaire entre les deux groupes primitifs de Retzius, et qu'il était utile de subdiviser respectivement les deux groupes des brachycéphales et des dolichocéphales. Il a donc

1. Thurnam, *On British and Gaulish Skulls* dans *Memoirs read before the Anthropological Society of London*, vol. I, p. 461. Lond. 1865, in-8°. — Voici dans quels termes M. Thurnam a exprimé sa préférence pour le nom d'*orthocéphale*. L'auteur, après avoir parlé de la forme intermédiaire que j'ai désigné en 1861 sous le nom de *mésaticéphale*, raconte que l'année suivante M. Welcker admit à son tour l'existence de ce genre et ajoute : « Cette forme intermédiaire ou ovoïde, M. Welcker la nomme *orthocéphale*, nom qui, sous le rapport de l'euphonie, est peut-être préférable au *mésaticéphale* de M. Broca. » On voit que M. Thurnam ne s'est pas prononcé d'une manière bien ardente en faveur du mot *orthocéphale*.

distingué les brachycéphales proprement dits des sous-brachycéphales et les dolichocéphales proprement dits des sous-dolichocéphales. De la sorte, la classification admise par cet éminent anthropologiste comprend cinq catégories, qu'il désigne sous les noms suivants : *Dolichocéphales, sous-dolichocéphales, orthocéphales, sous-brachycéphales* et *brachycéphales*. A l'exception du mot *orthocéphale* substitué à celui de *mésaticéphale*, cette division est la reproduction de celle que j'ai adoptée ; elle en diffère toutefois par la valeur numérique des indices céphaliques qui établissent les limites des groupes. C'est un point sur lequel je reviendrai tout à l'heure.

Le mémoire de M. Thurnam parut en 1865. L'année suivante M. Welcker publia dans le premier volume des *Archiv für Anthropologie* un long travail intitulé *Kraniologische Mittheilungen*, et adopta à son tour une division en cinq groupes, dont les dénominations étaient exactement celles que M. Thurnam avait acceptées ; mais il caractérisait ces groupes tout autrement que ne l'avait fait l'anthropologiste anglais. Ces différences, comme on le verra bientôt, dépendaient en grande partie du procédé adopté par l'auteur pour la mensuration du diamètre transversal du crâne.

A peu près à la même époque, M. Huxley éprouva à son tour le besoin d'établir des subdivisions dans les deux groupes primaires de Retzius. Il ne crut pas devoir instituer un groupe intermédiaire entre les brachycéphales et les dolichocéphales, mais il divisa les brachycéphales en deux sections, et les dolichocéphales en quatre ; de sorte que le nombre des subdivisions se trouva porté à six (1). Je reproduis ici la nomenclature proposée par le savant professeur de Londres, avec les indices céphaliques qui limitent les sections.

1° *Brachycéphales ou crânes ronds.*

		indices.
Indice céphalique de 80 et au-dessus.	(*a*) Brachistocéphales.	Au delà de 85
	(*b*) Eurycéphales	85 à 80

2° *Dolichocéphales ou crânes longs.*

1° Crânes ovales.	(*a*) Sous-brachycéphales..	80 à 77
	(*b*) Orthocéphales	77 à 74
	(*c*) Mécocéphales.	74 à 71
2° Crânes oblongs	(*d*) Mécistocéphales.	Au-dessous de 71

1. Lain and Huxley, *Prehistoric Remains of Caithness*. Lond. 1866, in-8°, p. 84-85.

Plusieurs points me paraissent défectueux dans cette nomenclature, et je ferai remarquer d'abord qu'elle est passible des objections qui ont été faites contre la division dichotomique de Retzius, puisque les deux groupes primaires des brachycéphales et des dolichocéphales sont en contact immédiat l'un avec l'autre. Tout crâne devant nécessairement être *rond* ou *long*, il n'y aura plus de place pour la forme intermédiaire; les noms de *brachycéphales*, de *dolichocéphales*, n'auront plus de valeur descriptive; ils n'exprimeront plus un caractère appréciable à la simple vue; ils seront subordonnés au verdict du compas et de la table de réduction. Il suffira souvent d'un seul millimètre pour faire passer un crâne du groupe brachycéphale dans le groupe dolichocéphale, ou réciproquement, et, comme la détermination des deux diamètres principaux se fait difficilement à 1 millimètre près, il y aura tel cas où le même crâne, mesuré deux fois de suite par le même observateur, verra, pour 1 millimètre, changer le nom qui le caractérise. Supposons même, si l'on veut, que les mesures soient prises avec un instrument parfait et par une main infaillible. Voici deux crânes dont l'un présente l'indice de 80.01, et l'autre celui de 79.99. Leurs formes sont aussi semblables que possible; la différence qui existe entre elles ne peut être découverte que par l'arithmétique, et ne se révèle qu'à la seconde décimale; et cependant, par suite de cette différence tout à fait inappréciable à l'œil, le premier de ces crânes sera appelé *brachycéphale*, l'autre *dolichocéphale*, et ils seront distingués par leurs noms comme ceux dont les indices céphaliques offrent des écarts de plus de vingt unités, comme ceux dont les formes, manifestement longues ou rondes, se distinguent au premier coup d'œil. C'est pour faire disparaître cet inconvénient qu'un groupe intermédiaire a été institué. Des incertitudes analogues se présentent évidemment sur les deux limites de ce groupe moyen; mais elles n'ont plus la même importance, puisqu'elles n'exposent plus à désigner un crâne sous un nom qui en ferait méconnaître entièrement le caractère. Le mal ne serait pas grand, si un crâne très-peu brachycéphale, dont l'indice céphalique serait de 80.01, ou même de 80.50, était appelé *mésaticéphale;* ce nom ne ferait pas naître une idée fausse; on en conclurait que la forme du crâne est intermédiaire, et elle

est intermédiaire en effet, car ce n'est pas 1 millimètre de plus ou du moins qui la changera d'une manière visible. Ainsi les erreurs d'appréciation que l'on peut commettre sont considérablement atténuées; elles le sont surtout si le nom choisi pour désigner les crânes qui ne sont ni évidemment longs ni évidemment ronds , exprime nettement l'idée que leur forme est intermédiaire. C'est ce qui me fait préférer l'expression de *mésaticéphale* à celle d'*orthocéphale.* Le grand avantage de cette division en trois groupes, c'est la facilité qu'elle donne d'employer les termes de *brachycéphales* et de *dolichocéphales* dans un sens descriptif, de s'en servir pour désigner et caractériser un crâne avant de l'avoir mesuré; s'il paraît rond, on dit qu'il est *brachycéphale*, s'il paraît long, on dit qu'il est *dolichocéphale*, sans craindre de se tromper, si enfin sa forme est moins décisive, si l'on hésite à le dire long ou rond, on l'appelle *mésaticéphale* jusqu'à plus ample examen, et l'on est sûr de ne pas se tromper beaucoup.

Je ne saurais donc approuver la base dichotomique sur laquelle M. Huxley fait, comme Retzius, reposer sa nomenclature. Il a, il est vrai, cherché à corriger les inconvénients de cette division binaire, en établissant des subdivisions qui permettent de distinguer divers degrés de brachycéphalie ou de dolichocéphalie; mais les noms mêmes qu'il a choisis pour désigner ces groupes secondaires, prouvent qu'il entend maintenir le principe de Retzius, savoir: que tout crâne doit être, avant tout, classé parmi les brachycéphales ou parmi les dolichocéphales.

Ainsi, la première subdivision des dolichocéphales porte le titre de *sous-brachycéphale;* et ce nom, qui paraît se rattacher à la brachycéphalie, ferait naître dans l'esprit une idée fausse, si on ne le faisait précéder du nom général de *dolichocéphale,* comme en histoire naturelle on fait précéder le nom spécifique du nom générique. On ne pourrait donc pas se contenter de dire qu'un crâne est sous-brachycéphale : il faudrait dire qu'il est *dolichocéphale sous-brachycéphale*, ce qui compliquerait singulièrement le langage.

Si maintenant, laissant de côté la division primaire, on examine les subdivisions, on voit que M. Huxley a porté de cinq à six le nombre des groupes basés sur la valeur de l'indice cépha-

lique, et il est permis de se demander si cette complication est bien nécessaire. La multiplication du nombre des groupes n'a pas seulement l'inconvénient de surcharger la mémoire ; elle a l'inconvénient plus grand de diminuer la valeur descriptive et l'utilité pratique des dénominations qu'elle nécessite. Si l'on ne se contente pas de désigner les crânes par le chiffre de leur indice céphalique, si l'on éprouve le besoin de les diviser en un certain nombre de catégories, c'est parce qu'on trouve utile de grouper ensemble, sous un nom collectif, les crânes qui ont entre eux une analogie de forme, et cette forme, ce n'est pas au compas, c'est à l'œil qu'il faut pouvoir l'apprécier. Il ne s'agit ici, bien entendu, que de la forme révélée par l'examen de la courbe horizontale, c'est-à-dire par les proportions relatives du diamètre longitudinal et du diamètre transversal. Or, quelque étendues que soient les variations de cette courbe, dont l'indice peut descendre au-dessous de 70 pour 100 et s'élever au delà de 90 pour 100, le nombre des degrés de longueur ou de rondeur qu'on peut y distinguer, même avec un œil exercé, est encore assez petit. Il n'est pas nécessaire d'être très-expérimenté pour distinguer une forme allongée, une forme moyenne et une forme arrondie (dolichocéphales, mésaticéphales, brachycéphales). Avec un peu d'habitude, on peut pousser plus loin l'analyse, et reconnaître cinq catégories : les crânes très-allongés, les crânes allongés, les crânes moyens, les crânes arrondis, les crânes très-arrondis ; mais c'est la limite des différences de forme que l'on peut constater à la simple vue, sans le secours du compas ; c'est du moins mon impression (1), c'est aussi celle de M. Welcker et de M. Thurnam.

La division en cinq groupes a donc une grande utilité ; les

1, J'ai fait plusieurs fois l'expérience suivante : tracer sur cinq cartes cinq ellipses de 10 centimètres de longueur et de largeurs inégales. La plus large a, par exemple, 87 millimètres de large, et la plus étroite 71 millimètres. La première représente la forme d'un crâne très-brachycéphale, la seconde celle d'un crâne très-dolichocéphale. On donne aux trois autres ellipses des largeurs de 75, 79 et 83, de manière à obtenir trois formes intermédiaires et également espacées. Après avoir étudié et comparé attentivement ces cinq courbes, on peut les connaître assez bien pour arriver à distinguer chacune d'elles, lorsqu'on la prend au hasard et qu'on l'examine séparément. Mais si, au lieu de trois courbes intermédiaires dont les largeurs se succèdent de 4 en 4 millimètres, on en trace quatre dont les largeurs se succèdent de 3 en 3 millimètres, on ne peut plus les reconnaître avec la même certitude, et, pour déterminer leur rang, il faut les rapprocher les unes des autres.

noms de ces groupes rappellent immédiatement à l'esprit des formes déterminées, que l'œil a saisies et qui se sont gravées dans la mémoire; lorsqu'on lit dans la description d'un crâne qu'il est sous-dolichocéphale, on se le représente aussitôt, en le rattachant à un type que l'on connaît; ou encore, lorsqu'on a ce crâne sous les yeux et qu'on veut le caractériser par une courte description, on dit qu'il est sous-dolichocéphale, et on est sûr d'être compris. En d'autres termes, les noms de ces groupes ont une valeur descriptive, et peuvent, dans beaucoup de cas, remplacer avec avantage l'énonciation de l'indice céphalique. Mais si l'on multipliait les groupes, si par exemple on voulait en faire une douzaine, leurs noms n'éveilleraient plus dans l'esprit l'idée d'une forme particulière, et on aurait créé une nomenclature compliquée, dont le moindre inconvénient serait d'être tout à fait inutile. La nomenclature proposée par M. Huxley ne va pas jusque-là; j'ai pris cet exemple de douze, pour montrer qu'il y a une limite au delà de laquelle les divisions cessent d'être avantageuses et commencent à devenir nuisibles. Quelle est cette limite? C'est celle où les différences de forme deviennent trop légères pour être saisies immédiatement par l'œil de l'observateur, et je pense, comme MM. Thurnam et Welcker, que le nombre des formes vraiment évidentes (pour ce qui concerne la courbe horizontale du crâne) ne va pas au delà de cinq.

C'est la principale objection que j'élève contre la nomenclature de M. Huxley. Mais j'ajoute en outre que les dénominations qu'il a choisies me paraissent peu satisfaisantes. Le nom d'*orthocéphale* est emprunté à la nomenclature de M. Welcker; celui de *sous-brachycéphale* est emprunté à la mienne. Je suis également l'auteur du nom d'*eurycéphale*, mais je lui ai donné une acception tout autre que celle que lui attribue M. Huxley; les trois autres noms: *brachistocéphales* (crânes très-courts), *mécocéphales* (crânes longs), et *mécistocéphales* (crânes très-longs) ont été créés par M. Huxley; et ces origines multiples expliquent le disparate de la nomenclature que je discute. Ainsi, quatre de ces noms expriment un caractère tiré exclusivement de la longueur; un autre, *eurycéphale*, indique un caractère tiré exclusivement de la largeur; et le dernier, *orthocéphale*, ne faisant connaître ni la longueur ni la largeur, ne rappelle que

l'idée d'une certaine forme plus correcte que les autres, ou réputée telle. Ce défaut de symétrie est regrettable; mais ce qui me paraît plus regrettable encore, c'est que la plupart des groupes sont caractérisés par les dimensions d'*un seul diamètre* du crâne. Or j'ai montré plus haut que ce principe est défectueux, et l'usage que M. Huxley fait ici du mot *eurycéphale* confirme pleinement les remarques générales que j'ai déjà exposées.

Pour lui, les crânes brachycéphales se divisent en deux groupes: les brachistocéphales, dont l'indice est supérieur à 85; et les eurycéphales, dont l'indice est compris entre 80 et 85. Cela semble indiquer que les crânes de la seconde section sont plus larges que ceux de la première, puisque le caractère d'après lequel on les distingue est celui de la largeur. Or ces prétendus eurycéphales sont, en moyenne, beaucoup moins larges que les autres brachycéphales. Ainsi, en réunissant les trois principales séries parisiennes du musée de la Société d'anthropologie, on obtient une série totale de 367 crânes, qui comprend 145 brachycéphales (indice plus grand que 80). Sur ce nombre, 107 ont un indice céphalique compris entre 80 et 85, et sont par conséquent pour M. Huxley des eurycéphales; les 38 autres, dont l'indice est supérieur à 85, sont pour lui des brachistocéphales. Et cependant le diamètre transversal moyen n'est que de 143mm,90 pour les premiers, et il s'élève à 149mm,26 pour les derniers; de sorte que, en dépit de leur nom, les brachycéphales eurycéphales de M. Huxley sont moins larges, et même beaucoup moins larges que les autres brachycéphales.

On concevrait à la rigueur qu'on pût les appeler *crânes larges* si, sans être toujours plus larges que les autres, ils avaient toujours du moins une grande largeur; mais ils peuvent n'avoir qu'une largeur moyenne et ils peuvent même être très-étroits. Ainsi, parmi les 107 crânes dont je viens de parler, on en compte 27 dont le diamètre transversal est compris entre 132 et 140 millimètres; sur 50 autres, il varie de 141 à 146 millimètres; et sur les 30 derniers, enfin, il dépasse 146 millimètres. Si j'ajoute maintenant que le diamètre transversal moyen des 367 crânes est de 140mm,48, on verra que le titre de *crânes larges* convient réellement aux 30 crânes du dernier groupe; qu'il serait déjà difficile de l'appliquer aux 50 crânes du groupe intermé-

diaire, puisque la plupart d'entre eux ne dépassent que faiblement la largeur moyenne, et qu'enfin il donnerait une idée entièrement fausse des 27 premiers crânes, dont la largeur est inférieure à la moyenne. Il y en a même 6 parmi eux dont le diamètre transversal descend au-dessous de 136 (et même jusqu'à 132), et il n'est vraiment pas possible d'appeler *eurycéphales* des crânes qui sont au contraire très-étroits.

On me pardonnera sans doute d'avoir insisté si longtemps sur la nomenclature de M. Huxley. Les idées qui émanent d'un homme aussi éminent ne sont pas de celles que l'on puisse rejeter sans les avoir mûrement étudiées et discutées.

J'arrive maintenant à une question inséparable de celle de la nomenclature proprement dite ; je veux parler de la délimitation des cinq groupes qu'il m'a paru utile d'établir dans la série des indices céphaliques.

J'ai déjà dit que cette délimitation n'était et ne pouvait être qu'arbitraire. J'ai exposé les motifs qui ont déterminé mon choix. J'ai montré comment j'avais été conduit, il y a dix ans, à prendre pour limites de la mésaticéphalie les deux fractions 7/9 et 8/10, qui jusqu'alors avaient tour à tour servi de séparation entre la dolichocéphalie et la brachycéphalie. Désirant avant tout éviter d'introduire de la confusion dans les termes, j'avais appelé *brachycéphales* les crânes dont la brachycéphalie n'avait jamais été contestée, *dolichocéphales* ceux dont la dolichocéphalie avait été acceptée par tout le monde, et j'avais laissé dans le groupe intermédiaire des mésaticéphales ceux qui avaient été considérés comme dolichocéphales par les uns parce qu'ils avaient un indice plus petit que 8/10, et comme brachycéphales par les autres parce que leur indice était plus grand que 7/9. Je pouvais ainsi établir une division devenue nécessaire, sans perturber le langage reçu et sans troubler les notions admises. Cette base une fois posée, et le groupe intermédiaire une fois constitué, la subdivision des deux groupes extrêmes avait beaucoup moins d'importance. C'était à l'expérience à décider si les chiffres de 75 pour 100 et de 85 pour 100, que j'avais proposés d'abord, étaient les plus convenables. Après avoir étudié, manié et mesuré près de deux mille crânes de toutes races, il m'a paru utile de resserrer entre 80 pour 100 et 83.33 pour 100, c'est-à-dire entre 4/5 et 5/6, les

limites de la sous-brachycéphalie ; quant à la limite de 75 pour 100, ou 4/5, que j'ai posée entre la dolichocéphalie vraie et la sous-dolichocéphalie, je n'ai pas encore reconnu la nécessité de la changer. Ce sont là des appréciations très-discutables, et les modifications qu'on pourrait trouver utile de proposer n'entraîneraient pas de grandes conséquences. Si, par exemple, on trouvait quelque avantage à choisir l'indice de 74, au lieu de 75, pour la limite inférieure de la sous-dolichocéphalie, les crânes dolichocéphales compris entre 74 et 75 cesseraient de s'appeler *dolichocéphales vrais* pour s'appeler *sous-dolichocéphales ;* ils ne cesseraient pas pour cela d'appartenir au groupe général de la dolichocéphalie, dans lequel on les a toujours rangés. Mais ce qu'il me paraît tout à fait nécessaire de respecter, ce sont les deux lignes de démarcation du groupe intermédiaire que j'appelle *mésaticéphale ;* car ce groupe a été établi pour désigner les crânes dont la dénomination était incertaine et discutée, et pour permettre de donner un sens bien arrêté aux mots *dolichocéphale* et *brachycéphale*.

Il m'a paru nécessaire de présenter ces remarques avant d'examiner les lignes de démarcation proposées par MM. Welcker (1) et Thurnam (2), qui ont reconnu comme moi la nécessité de diviser les crânes en cinq groupes d'après les indices céphaliques. Le tableau suivant montrera les différences qui existent entre leurs déterminations et les miennes.

Dolichocéphales.

	Broca	Welcker	Thurnam.
Dolichocéphales.	75 et au-dessous.	Au-dessous de 72.	Au-dessous de 72.
Sous-dolichocéphales........	75.01 à 77.77	72 à 73 inclusivement.	72 a 73 inclusivement

Groupe moyen.

Mésaticéphales..	77.78 à 80	Orthocéphales. 74 à 78 inclusivement.	Ortocéphales. 74 à 76 inclusivement.

Brachycéphales.

	Broca.	Welcker.	Thurnam.
Sous-brachycéphales	80.01 à 83.33	79 à 80 inclusivement	77 à 79 inclusivement
Brachycéphales,	83.34 et au-dessus.	81 et au-dessous.	80 et au-dessus.

1. Welcker, *Kraniologische Mittheilungen* dans *Archiv für Anthropologie* Bd I, s. 136 (1866).

2. Thurnam, *On the two Principal Forms of Ancient British and Gaulish Skulls*, dans *Memoirs read before the Anthropological Society of London*, vol. I, p. 461 (1867).

En comparant les deux premières colonnes de ce tableau, on verra que tous les chiffres de M. Welcker sont notablement inférieurs aux miens. Mais la différence qui existe entre nos appréciations est beaucoup moindre, en réalité, que ne semble l'indiquer la divergence des chiffres ; c'est parce que M. Welcker a adopté, pour la mensuration du diamètre transversal un procédé qui est de nature à diminuer très-sensiblement l'indice céphalique. Au lieu de mesurer le diamètre transversal *maximum*, comme le faisait Retzius et comme l'ont fait depuis la plupart des anthropologistes, M. Welcker place les deux extrémités de son compas sur les deux points d'intersection de la circonférence horizontale du crâne et de la courbe verticale biauriculaire (1) ; ces deux points sont situés par conséquent sur l'écaille temporale, à quelque distance au-dessus des trous auditifs, et le diamètre transversal que l'on mesure ainsi correspond assez exactement à celui que j'appelle *diamètre bitemporal maximum*. Mais il est assez rare que ce diamètre représente la plus grande largeur du crâne ; presque toujours celle-ci correspond à la partie des pariétaux ou des temporaux qui est en arrière de l'écaille temporale. On distingue donc le diamètre transversal maximum du crâne, du diamètre bitemporal maximum, et ce n'est pas une faible différence qui existe entre eux, car dans la plupart des séries que j'ai étudiées le premier de ces diamètres l'emporte en moyenne sur le second de 5, de 6 et même de 7 millimètres. Si l'on songe maintenant que l'indice céphalique est le rapport de la largeur à la longueur, et que le diamètre longitudinal n'atteint que dans des cas tout à fait exceptionnels la longueur de 200 millimètres, on verra qu'une diminution de 6 millimètres sur le diamètre transversal doit faire descendre l'indice céphalique de plus de 3 pour 100. Par exemple, les moyennes prises sur les 84 crânes mérovingiens de Chelles et de Champlieu, que j'ai déposés dans le musée de la Société d'anthropologie, donnent un diamètre longitudinal maximum de 183^{mm},50, un diamètre transversal maximum de 140^{mm}, 12 et un indice céphalique de 76.36. Mais le diamètre bitemporal maximum de cette même

1. Welcker, *Wachsthum und Bau des menschlichen Schædels.* Leipzig, 1852, in-folio, s. 24.

série n'est que de 133^{mm},43, et si l'on calculait l'indice céphalique d'après ce diamètre, on ne trouverait plus que 72. 71. La différence est de 3.65 ; sur d'autres séries, la même différence n'est que de 3 ou de 2.75 ; mais sur d'autres encore elle s'élève à 4, et même au delà, et en général elle dépasse le chiffre de 3. Il est vrai que M. Welcker ne compare pas son diamètre transversal au diamètre antéro-postérieur *maximum*. Il fait aboutir son diamètre longitudinal au milieu des bosses frontales et obtient ainsi une longueur habituellement inférieure à la longueur maxima ; il diminue donc à la fois le numérateur et le dénominateur de la fraction qui donne l'indice céphalique ; mais, la diminution du dénominateur étant en général faible, tandis que celle du numérateur est considérable, la valeur de la fraction se trouve notablement réduite, et je crois ne pas m'éloigner beaucoup de la vérité en disant que les indices céphaliques de M. Welcker sont en général inférieurs de deux unités à ceux qui sont déterminés par le procédé ordinaire.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter si les procédés employés par M. Welcker pour la mensuration des deux principaux diamètres du crâne sont préférables ou non à ceux qui sont généralement adoptés. Je pense que la comparaison des deux diamètres maxima donne une meilleure idée de la forme du crâne que celle des deux lignes choisies par cet auteur ; mais ce que je tiens à établir, c'est que le rapport de ces deux lignes est notablement plus petit que celui des deux diamètres maxima.

Si maintenant on ajoute deux unités aux chiffres qui établissent les lignes de démarcation de la classification de M. Welcker, on verra que cette classification ne diffère pas beaucoup de la mienne, si ce n'est cependant que le groupe moyen de M. Welcker descend plus bas que le mien et embrasse une partie du groupe que j'appelle *sous-dolichocéphale*. Cette différence n'est pas sans importance, mais elle est peu de chose en comparaison de celle qui semblait résulter des chiffres du tableau, et en somme, lorsque je compare la liste des peuples répartis par M. Welcker dans ses cinq groupes, avec la répartition que j'ai faite moi-même de ces mêmes peuples d'après mes relevés, je trouve que presque tous prennent place dans les mêmes groupes sur nos deux tableaux. En d'autres termes, la différence qui existe entre les

groupes de M. Welcker et les miens est plus apparente que réelle.

Mais je n'en puis dire autant des groupes de M. Thurnam. Si l'on ne consultait que les chiffres des limites, on pourrait croire que ces groupes sont à peu près pareils à ceux de M. Welcker; ils en diffèrent beaucoup cependant, parce que M. Thurnam emploie, pour la détermination des indices, le procédé ordinaire, c'est-à-dire la comparaison des diamètres maxima. Ses indices sont donc exactement les mêmes que les miens, et par conséquent rien n'atténue la grande divergence de nos groupes. On peut dire qu'en général les limites de ses groupes sont inférieures aux miennes de trois unités, de sorte que, à l'exception des crânes extrêmes dont l'indice est inférieur à 72 ou supérieur à 83.33, aucun crâne ne porte le même nom dans les deux nomenclatures.

M. Thurnam, dont l'amitié m'est précieuse, voudra bien, je l'espère, prendre en bonne part les remarques que je suis obligé de lui soumettre à ce sujet. Je crois devoir rappeler d'abord que ses idées sur la classification des crânes n'ont pas été l'objet d'une publication spéciale; il les a exposées en passant, dans l'une des pages de son grand mémoire. *Sur les deux principales formes des anciens crânes bretons et gaulois.* Il avait constitué une série considérable de ces anciens crânes (la plus considérable que l'on connaisse jusqu'ici), et, au moment de la décrire, il indiquait le sens des termes dont il allait se servir. Il est naturel qu'il ait dans ces conditions, choisi les coupures qui lui offraient le plus de commodité pour le classement de sa série, où les crânes allongés étaient en grande majorité, et où, par conséquent, il trouvait un certain avantage à multiplier les catégories de crânes allongés plutôt que les catégories de crânes arrondis. D'un autre côté, il avait sous les yeux le premier travail de M. Welcker; il y lisait que l'indice de 75 « était le centre de l'orthocéphalie », que l'indice de 71 était l'apanage le plus ordinaire des crânes dolichocéphales, et, croyant probablement que M. Welcker déterminait comme lui les indices céphaliques d'après les diamètres maxima, n'ayant pas remarqué que les indices de M. Welcker étaient notablement inférieurs aux indices ordinaires, il accepta volontiers la pensée de placer le « centre

de l'orthocéphalie » sur l'indice de 75. D'après cela, il rangea dans son groupe moyen, orthocéphale, ou mésaticéphale les crânes de 74 à 76 (ou plus exactement de 74.01 à 76.99), et ce groupe moyen ne comprit ainsi que des crânes jusqu'alors réputés dolichocéphales. Il en résultait un déclassement plus grave encore. On a vu plus haut que, s'il y a eu des divergences sur le classement des crânes dont l'indice est compris entre 7/9 et 8/10, on s'est toujours accordé à qualifier de *dolichocéphales* ceux dont l'indice est inférieur à 7/9 ou 77.77 pour 100. Or, dans la classification de M. Thurnam, les crânes compris entre 76 et 77.77 ne cessaient pas seulement de s'appeler *dolichocéphales*; ils n'étaient pas même orthocéphales; ils franchissaient l'orthocéphalie et descendaient un second cran pour se rattacher au groupe des *sous-brachycéphales*. C'était de nature à introduire de fâcheuses confusions dans le langage craniologique, et je suis de ceux qui pensent qu'on ne doit se résoudre à faire de pareils changements que lorsqu'ils ont une utilité pratique tout à fait évidente. C'est à ce dernier point de vue que je vais examiner maintenant la classification de M. Thurnam.

J'ai déjà dit que, pour l'étude particulière de la grande série de crânes qu'il décrivait, cette classification lui offrait un avantage réel. Il pouvait en effet répartir en quatre groupes — les sous-brachycéphales, les orthocéphales, les sous-dolichocéphales et les dolichocéphales — les crânes allongés dont l'indice était inférieur à 7/9, et qui formaient la grande majorité de sa série totale. Avec mes chiffres, il n'aurait pu en faire que deux groupes, les sous-dolichocéphales et les dolichocéphales; avec les chiffres de Retzius, il n'aurait pu en faire qu'un seul; sa nomenclature était donc plus commode que toute autre pour le but qu'il se proposait. Mais si, au lieu de considérer une série particulière, on considère diverses séries de toute race et de toute provenance, on trouve d'une part qu'il est superflu de répartir en un aussi grand nombre de groupes les crânes de forme allongée, et d'une autre part qu'il est tout à fait insuffisant de n'avoir qu'un seul nom et un seul groupe pour tous les crânes arrondis dont l'indice est supérieur à 80.

N'oublions pas, en effet, que les oscillations de l'indice céphalique ne sont pas moins étendues au-dessus de 80 qu'elles

le sont au-dessous de cette limite (1). Les variations de forme sont donc aussi grandes parmi les crânes du cinqnième groupe de M. Thurnam que dans les quatre autres groupes réunis. Au-dessous de 80, le savant anthropologiste anglais distingue et dénomme quatre formes ; au-dessus de 80, il en distingue sans doute autant, mais il n'en désigne qu'une seule, ce qui n'est évidemment pas assez. Pour compléter cette nomenclature, pour la rendre conforme avec elle-même, il faudrait donc établir quatre groupes ou au moins trois dans le groupe unique que M. Thurnam appelle *brachycéphale;* mais alors le nombre total des groupes s'élèverait à sept ou huit, et j'ai montré plus haut qu'il serait fâcheux de le porter au delà de cinq.

Ce que je trouve en moins dans la catégorie des crânes au-dessus de 80, je le trouve en trop dans l'autre catégorie. Trois groupes me paraissent parfaitement suffisants pour classer les crânes dont l'indice est inférieur à 80. En établissant une quatrième coupure sur l'indice 72, M. Thurnam a voulu pouvoir distinguer par un nom spécial les crânes les plus allongés ; c'est pour eux qu'il a réservé le nom de *dolichocéphales*, et dès lors il a été obligé d'appeler simplement *sous-dolichocéphales* les crânes dont les indices sont compris entre 72 et 73.99.

Mais si l'on admet ce classement, toutes les notions de craniologie ethnique seront bouleversées. Il ne restera plus que trois races dolichocéphales : les Esquimaux du Groënland (indice moyen : 71.40), les Néo-Calédoniens (71.78) et les Australiens (71.93) et encore remarque-t-on que dans ces trois races l'indice céphalique descend à peine au-dessous de 72 (2). Quant aux

1 A l'exception des crânes artificiellement ou pathologiquement déformés, l'immense majorité des indices céphaliques des crânes de toute race est comprise entre 70 et 90. Les cas où l'indice descend au-dessous de 70 sont aussi insolites que ceux où il s'élève au-delà de 90. Les unes et les autres sont des exagérations purement individuelles des types auxquels ils se rattachent. Ce n'est pas en vue de ces cas extrêmes que sont faites les classifications, et personne n'a songé à les constituer en groupes.

2. On voit sur le tableau de craniométrie de M. Pruner-Bey (*Mémoires de la Société d'anthropologie*, t. II, p. 432) que 30 Néo-Calédoniens ont donné l'indice céphalique moyen de 70.6, et 5 Néo-Calédoniennes l'indice moyen de 70.3; mais sur la ligne suivante on voit que 10 autres Néo-Calédoniens, considérés par l'auteur comme des métis, ont donné l'indice moyen de 77.4. Or ces derniers crânes ont la même provenance que les autres ; ils sont déposés au Muséum dans la même vitrine ; ils ont été considérés par l'auteur comme des métis parce qu'ils sont moins dolichocéphales ; pour ce motif ils ont été mis à part, et après ce triage l'indice céphalique des plus dolichocéphales s'est trouvé abaissé au-dessous de 71. Mais si, d'après les mesures mêmes de M. Pruner-

races d'Afrique, auxquelles personne jusqu'ici n'a refusé la qualification de *dolichocéphales*, il faudra les débaptiser. J'appelle l'attention sur les chiffres suivants :

	Indice céphalique moyen.
48 Nègres du Muséum	73.11
20 Squelettes de nègres (Muséum et Laboratoire d'anthropologie)	72.94
17 Nègres de la Société d'anthropologie	73.96
18 Hottentots et Boschimans	72.42
22 Nubiens de l'île d'Eléphantine (Laboratoire d'anthropologie)	73 72
8 Cafres du Muséum	72.54

Je me demande maintenant si M. Thurnam a eu l'intention de retirer du groupe des dolichocéphales les nègres occidentaux, les Hottentots, les Boschimans, les Nubiens, les Cafres, c'est-à-dire les peuples les plus dolichocéphales de cette Afrique qu'on a appelée *le continent des dolichocéphales*. Je ne puis le croire, et je suppose plutôt qu'il s'est inspiré des chiffres consignés par M. Welcker dans le grand tableau où les principaux peuples du globe sont classés par ordre d'indices céphaliques (1). Cinq peuples, ou groupes de peuples, je devrais dire peut-être cinq races, y occupent l'extrémité inférieure de la liste : ce sont les Hindous, les Esquimaux, les nègres d'Afrique, les nègres océaniens, et enfin, réunis en une même catégorie, les Cafres, les Boschimans et les Hottentots. Les indices céphaliques moyens de ces cinq groupes sont tous inférieurs à 72 ; celui des nègres d'Afrique, entre autres, est exactement de 70. Il est donc tout naturel que M. Thurnam, ayant ce tableau sous les yeux, ait choisi pour limite supérieure de la dolichocéphalie le chiffre de 72, qui séparait des autres races toutes celles qui étaient depuis longtemps connues comme les plus dolichocéphales. Il entendait ainsi ranger les nègres, les Cafres, les Hottentots et les Boschimans parmi les dolichocéphales. Par malheur, les indices de M. Welcker sont basés sur le diamètre bitemporal, et sont par

Bey, on prend la moyenne de ces 45 Néo-Calédoniens, on trouve que le diamètre longitudinal est de 183.70, que le diamètre transversal est de 132.27, et que par conséquent l'indice céphalique est exactement de 72. Ma moyenne générale n'est que de 71.78, mais elle porte sur 54 crânes, le Muséum ayant reçu de la Nouvelle-Calédonie de nouveaux envois depuis l'époque où M. Pruner-Bey a publié son tableau.

1. Welcker, *Wachsthum und Bau des menschlichen Schædels*, Taf. XVII. Leipzig, 1862, in-folio.

conséquent inférieurs de plusieurs unités aux indices céphaliques ordinaires; et M. Thurnam, qui, dans son mémoire, s'est servi des diamètres maxima pour déterminer les indices céphaliques, ne paraît pas s'être aperçu que cet auteur, dont il invoquait les chiffres, avait suivi un procédé tout différent du sien. C'est ainsi du moins que je m'explique la limite qu'il a donnée à la dolichocéphalie : car je le répète, il me paraît difficile de supposer qu'il ait eu l'intention de refuser aux peuples à tête longue de l'Afrique le titre de *dolichocéphales*, que personne, à ma connaissance, ne leur a contesté.

Je soumets ces remarques à M. Thurnam avec toute la déférence qui est due à un savant aussi distingué; si elles lui paraissaient fondées, s'il jugeait nécessaire de maintenir les nègres d'Afrique et les Hottentots parmi les dolichocéphales ou, ce qui revient à peu près au même de maintenir la dolichocéphalie au nombre des caractères ethniques, il reconnaîtrait la nécessité d'élever de deux unités au moins la limite de la dolichocéphalie; ce qui entraînerait la nécessité d'élever dans la même proportion les limites des groupes suivants, et alors sa classification ne différerait plus de la mienne que par des détails tout à fait secondaires.

§ 4. *Remarques additionnelles. Tableau des indices céphaliques.*

Je viens de passer en revue les diverses nomenclatures craniologiques basées sur les degrés de l'indice céphalique. Celle que j'ai proposée étant la première en date, on me pardonnera peut-être de m'en être servi comme d'un terme de comparaison pour discuter les autres. Mais après avoir élevé des objections contre ces dernières, je dois répondre à mon tour à une dernière objection que je me suis faite à moi-même, et qui m'a été présentée en outre par quelques-uns de mes collègues de la Société d'anthropologie : c'est que les coupures que j'ai adoptées sont peut-être trop rapprochées les unes des autres.

La limite inférieure de la brachycéphalie étant placée sur l'indice de 10/12 ou 83.33 pour 100, et la limite supérieure de la dolichocéphalie étant placée sur l'indice de 75 pour 100, c'est-à-dire de 3/4 ou de 9/12, il n'y a entre elles qu'une distance de

1/12. C'est dans ce faible écart de 8.33 pour 100 que se trouvent resserrés les trois groupes intermédiaires des sous-dolichocéphales, des mésaticéphales et des brachycéphales ; et lorsqu'on songe que les dolichocéphales vrais peuvent descendre au-dessous de 65, que les brachycéphales vrais peuvent monter au delà de 93, que chacun de ces deux groupes présente par conséquent des oscillations de 10 pour 100 et plus, on est choqué de trouver dans les valeurs relatives des groupes d'une même classification des différences aussi grandes. Mais les formes extrêmes de la dolichocéphalie et de la brachycéphalie ne sont pas typiques ; ce sont des exagérations individuelles et souvent très-graves des types ethniques, et ce qu'on doit avoir en vue dans une classification, ce ne sont pas tels ou tels individus, mais les peuples ou les races auxquels ils appartiennent. Que l'on tienne compte de ces individus plus ou moins exceptionnels dans les relevés d'où résulte la constitution du type moyen de leur race, c'est légitime et nécessaire ; mais, ce type une fois déterminé par l'étude d'une série de crânes, c'est lui, et lui seul, que l'on doit classer. Il s'agit de savoir maintenant jusqu'où descend l'indice céphalique *moyen* des races les plus dolichocéphales, jusqu'où monte celui des races les plus brachycéphales. Or, il n'existe, à ma connaissance, aucune race dont l'indice céphalique *moyen* s'abaisse jusqu'à 70, ou s'élève au delà de 86, abstraction faite des effets illimités des déformations artificielles. C'est entre ces deux limites extrêmes que doivent être échelonnées les lignes de démarcation des groupes, et le tableau qui termine cet article montrera qu'il serait peut-être difficile d'espacer plus que je ne l'ai fait les groupes intermédiaires.

Ce tableau, dont les diverses séries forment un total de 1734 crânes, a été dressé exclusivement d'après les mensurations que j'ai pratiquées moi-même. J'aurais pu l'enfler aisément en y ajoutant les relevés publiés par d'autres auteurs sur les races que j'ai étudiées ; j'aurais pu le compléter surtout en empruntant au riche *Thesaurus craniorum* de M. Barnard Davis l'indice céphalique d'un grand nombre de populations qui ne sont pas représentées dans les collections parisiennes. Mais le manuel opératoire de la craniométrie n'est peut être pas encore soumis

à des règles suffisamment fixes pour qu'on puisse considérer comme absolument comparables les résultats constatés par des observateurs différents. J'ai donc préféré me restreindre à mes matériaux personnels.

A l'exception d'une série que j'ai mesurée dans un ossuaire du Calvados, toutes les autres sont déposées dans les trois musées craniologiques de Paris, savoir: la galerie anthropologique du Muséum, désignée sur le tableau par la lettre M; le musée de la Société d'anthropologie, désigné par la lettre S; et le musée annexé au laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études, lequel est désigné par la lettre L.

Parmi les faits consignés dans ce tableau, il en est un grand nombre qui ont déjà figuré dans mon mémoire sur *l'Indice nasal* (1), et on pourra trouver quelques différences entre les indices céphaliques que j'ai publiés alors et ceux que je donne aujourd'hui. Quelque légères que soient ces différences, il me semble nécessaire de les expliquer.

La plupart des chiffres de mes tableaux sur l'indice nasal ont été relevés, au mois de janvier dernier, sur mes registres craniométriques, registres très-amples, où sont inscrites toutes les mesures, individuelles et moyennes, de toutes les séries de crânes que j'ai soumises depuis dix ans à une mensuration complète. Pour ces diverses séries, déjà entièrement calculées, je donnai comparativement l'indice nasal et l'indice céphalique tels qu'ils résultaient de mes moyennes *générales*, sans tenir compte de ce fait que, dans beaucoup de séries, certains crânes sont privés de face, et que, par conséquent, les moyennes des deux indices ne reposaient pas toujours sur le même nombre d'observations.

Mais il me parut nécessaire de faire figurer, en outre, sur les tableaux de l'indice nasal, un certain nombre de séries que je n'avais pas encore eu le temps de mesurer d'une manière complète. Ne les trouvant pas sur mes registres, j'allai les étudier dans les collections où elles sont déposées, me bornant à prendre les mesures partielles relatives aux deux indices que je voulais inscrire sur mes tableaux, savoir: l'indice nasal et l'indice

1. *Revue d'anthropologie*, t. I, p. 1, et plus loin dans ce volume.

céphalique. Je pus ainsi donner l'indice nasal moyen de tous les crânes de ces séries complémentaires; mais l'indice céphalique que je donnai en même temps n'était pas celui de *tous* les crânes de ces séries, c'était seulement celui des crânes dont la région nasale avait pu être mesurée.

Depuis lors j'ai continué mes recherches craniométriques; plusieurs séries complètes ont été ajoutées à mes registres, et aujourd'hui, préparant un tableau sur les indices céphaliques, j'ai pu prendre, pour ces nouvelles séries, l'indice céphalique moyen de *tous* les crânes qui les composent, y compris ceux dont la région nasale est brisée. L'adjonction de ces derniers crânes a naturellement modifié les moyennes de l'indice céphalique, et, naturellement aussi, j'ai dû substituer ces moyennes plus correctes à celles que j'avais données dans mon précédent travail, et qui n'en diffèrent d'ailleurs le plus souvent que par de faibles décimales.

Une correction plus importante est celle qui concerne la série des 155 crânes parisiens du dix-neuvième siècle (cimetière de l'Ouest). Cette série avait été mesurée il y a plus de dix ans, avant toutes les autres, à une époque où je n'avais que des instruments défectueux, et où d'ailleurs je procédais un peu au hasard, n'ayant pas encore fixé avec une précision suffisante les points de repère et le manuel opératoire. J'ai donc éprouvé le besoin de recommencer entièrement la mensuration de mes plus anciennes séries. Ce travail de révision est achevé aujourd'hui pour la série du cimetière de l'Ouest, et j'ai vu ainsi descendre à 79.00 l'indice céphalique moyen qui, dans mes publications antérieures, avait été porté à 79.44. J'aurais sans doute à faire plus tard d'autres corrections analogues, et j'en donne ici l'explication par avance, espérant que le lecteur voudra bien m'accorder le droit de continuer à introduire des améliorations dans mes relevés craniométriques.

Je signale ici comme n'étant que tout à fait provisoire le chiffre de 75.01 que j'ai donné pour l'indice céphalique des populations de la France septentrionale à l'époque de la pierre polie. Cette série, où j'ai inscrit 54 crânes, est quelque peu artificielle; j'y ai réuni plusieurs séries partielles de provenances très-diverses, et sans doute aussi de dates très-diverses, car la durée de

l'époque de la pierre polie a été très-longue. Parmi ces séries partielles, trop courtes pour être utilisées séparément, il en est dont l'indice céphalique moyen descend presque à 74, tandis que sur d'autres il s'élève au-dessus de 76. Mais ces différences ne pourront être étudiées que dans un travail spécial sur les crânes des sépultures mégalithiques.

Le rapprochement que j'ai établi dans le groupe intitulé *France, époque de la pierre taillée,* entre les 3 crânes de Cro-Magnon et les 3 crânes du diluvium de Paris, est peut-être prématuré. Il repose toutefois sur des données de plusieurs ordres, que confirme jusqu'ici l'étude des indices céphaliques. L'indice céphalique moyen des 3 crânes du diluvium est de 73.24 ; celui des 3 crânes de Cro-Magnon est de 73,44 (1).

La série des 63 Bas-Bretons du présent tableau n'a absolument rien de commun avec celle des 18 Bas-Bretons qui figure sur le tableau de l'indice nasal, avec un indice céphalique moyen de 78.94. C'est un fait bien-connu et sur lequel j'ai insisté dans plusieurs de mes publications, que la population de la Bretagne est issue de deux races très-distinctes : l'une grande, blonde, établie principalement sur le littoral, et venue au cinquième siècle de la partie méridionale de la Grande-Bretagne ; l'autre, plus petite et plus foncée, antérieure à cette invasion, et presque partout prédominante par le nombre. Par suite du mélange très-inégal de ces deux races, le type des habitants de la Basse-Bretagne présente suivant les lieux de très-grandes variations.

Les 18 crânes de Bas-Bretons qui, il y a quelques mois, représentaient seuls dans les musées de Paris cette population croisée (16 au Muséum, 2 à la Société d'anthropologie), provenaient de treize localités différentes, dispersées dans les cinq départements bretons. Je ne pouvais donc avoir qu'une assez médiocre confiance dans une série aussi peu homogène ; je ne crus pas devoir l'éliminer pour cela, mais je me promis bien de reprendre le plus tôt possible l'étude de cette question.

1. C'est par erreur que ce dernier indice a été porté à 74.25 sur le tableau de l'indice nasal. Je l'avais extrait du tableau qui accompagne mon mémoire sur *la Théorie esthonienne* (*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1868, p. 509, et P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. II, p. 213), sans remarquer que la colonne où il est inscrit donne seulement la moyenne des deux hommes, et que la femme, dont l'indice céphalique n'est que de 71.72, n'a pas pris part à la moyenne.

Je savais que depuis plusieurs années mon confrère et ami le docteur Guibert, de Saint-Brieuc, à qui j'avais signalé la pénurie des collections craniologiques à l'endroit des crânes bretons, s'était mis à l'œuvre pour combler cette lacune, et qu'il possédait déjà une série importante de crânes recueillis dans divers ossuaires du département des Côtes-du-Nord. Je le priai donc de vouloir bien me confier ces crânes pendant quelque temps, promettant de les lui renvoyer dès que mes recherches seraient terminées. Il fit plus que je ne demandais ; il me fit généreusement don de la collection entière, qui est aujourd'hui déposée dans le musée anthropologique annexé à mon laboratoire.

Cette précieuse collection se compose de 136 crânes formant deux groupes, savoir : 1° 63 crânes provenant des cantons *bretonnants*, où le peuple parle bas-breton ; 2° 73 crânes provenant des cantons *gallots*, où le peuple parle français. Dans les deux groupes, les brachycéphales et les sous-brachycéphales sont en grande majorité ; mais les dolichocéphales sont un peu moins rares dans le premier groupe. Il en résulte que l'indice céphalique moyen est un peu plus élevé dans les cantons gallots, et on ne s'en étonnera pas, si l'on songe que les Bretons insulaires qui vinrent au cinquième siècle se réfugier dans l'Armorique étaient dolichocéphales, et qu'ils durent s'établir de préférence parmi les populations qui parlaient comme eux la langue celtique.

Je range donc aujourd'hui les Bretons et les Bas-Bretons des Côtes-du-Nord dans le groupe des sous-brachycéphales. Il y a probablement, soit dans ce département, soit dans le reste de la Bretagne, des localités où prédomine une forme plus allongée du crâne ; c'est ce que des recherches ultérieures pourront nous apprendre. Mais je me crois autorisé désormais à ne plus faire figurer dans mes relevés et dans mes tableaux la série hétérogène des 18 Bas-Bretons du Muséum et de la Société d'anthropologie.

Cet exemple des Bas-Bretons montre combien on doit se défier, en craniologie, des séries peu nombreuses, surtout lorsqu'elles ont été formées par la juxtaposition d'éléments recueillis dans des lieux différents, et je ne considère que comme provisoire

la place que j'ai donnée sur mon tableau à quelques-unes de mes séries, telles, par exemple, que la série des Russes ; mais le but que je me propose aujourd'hui est moins de donner la caractéristique des races humaines par l'indice céphalique, que de montrer l'utilité pratique de la division en cinq groupes que j'ai établie et la commodité des lignes de démarcation que j'ai choisies.

Chacun de ces groupes comprend, en effet, des séries ou des races en nombre suffisant pour que la dénomination qu'il porte puisse être d'un usage fréquent, et n'en comprend pas assez pour que cette dénomination perde sa valeur descriptive. Les coupures adoptées dans les autres nomenclatures que j'ai indiquées plus haut n'auraient pas le même avantage. Ainsi la dernière division de la nomenclature de M. Huxley ne comprendrait *aucune race*, et la première n'en comprendrait qu'*une seule*, la race laponne, car les séries de crânes artificiellement déformés, dont la brachycéphalie est pour ainsi dire sans limite, n'entrent pas en ligne de compte et ne figurent sur mon tableau que pour mémoire. Les coupures de M. Thurnam seraient moins incommodes ; mais, si l'on prend la peine de les appliquer à mon tableau, on verra néanmoins qu'elles sont encore défectueuses, puisqu'elles ne laissent que trois races dans le groupe dolichocéphale proprement dit, tandis que les vrais brachycéphales constituent un groupe beaucoup trop nombreux. Ces remarques prêtent, je pense, un nouvel appui aux autres considérations que j'ai déjà invoquées en faveur de ma nomenclature.

Tableau des indices céphaliques.

Musées.			Nombre de crânes.
	1° Dolichocéphales vrais.		
M.	Esquimaux du Groënland	71.40	15
M.	Néo-Calédoniens	71.78	54
M.	Australiens	71.93	17
M.	Hottentots et Boschimans	72.42	18
M.	Cafres	72.54	8
M.	Bengalais	73.30	15
M. L.S.	Nègres de l'Afrique occidentale	73.40	85
M.	France. Epoque de la pierre taillée (Cro-Magnon, 3; diluvium de Paris, 3)	73.34	6
L.	France méridionale. Epoque de la pierre polie (caverne de l'Homme mort, Lozère)	73.22	19
L.	Nubiens de l'île d'Eléphantine	73.72	22
M.	Arabes	74.06	15
M.	Kabyles	74.63	11

2° *Sous-dolichocéphales.*

M. S.	France septentrionale. Époque de la pierre polie.	75.01	54
M.	Papous	75.07	10
S.	Bohémiens de Roumanie	75.28	3
L.	Corses d'Avapessa (dix-huitième siècle)	75.35	28
L. M.	Guanches (L., 14; M., 6)	75.53	20
M. S.	Égypte ancienne	75.58	81
M.	Polynésiens (Marquises, 20; autres, 12)	75.68	32
M.	Tasmaniens	76.01	9
M.	Slaves du Danube	76.18	6
S.	France. Mérovingiens	76.36	81
M.	Égypte moderne. Coptes	76.39	12
M.	Chinois	76 69	21
M.	Malgaches	76.89	11
S.	France. Gaulois de l'âge du fer	76.93	15
S.	Basques espagnols (Zaraus)	77.62	60

3° *Mésaticéphales.*

M.	Mexicains (non déformés)	78.12	25
S.	Roumains	78·31	5
S.	Gallo-Romains	78.55	22
...	Normands du dix-septième siècle. Ossuaire de Saint-Arnould (Calvados)	78.77	53
S.	Parisiens du dix-neuvième siècle	79 00	125
S.	— du douzième siècle	79.18	125
S.	— du seizième siècle	79.56	117
S.	France septentrionale Age du bronze (Orrouy).	79.50	16
M.	Malais (autres que les Javanais)	79.02	27
M.	Amérique méridionale (non déformés)	79.16	27
M.	— septentrionale (non déformés)	79.25	36

4° *Sous-brachycéphales.*

S.	Basques français (Saint-Jean-de-Luz)	80·25	57
M.	Esthoniens	80.39	4
L.	Bas-Bretons des Côtes-du-Nord (cantons-bretonnants)	81.25	63
L.	Bretons des Côtes-du-Nord (cantons gallois)	82 05	73
M.	Mongols divers (Tartares, etc.)	81.40	11
M.	Turcs	81.49	11
M.	Javanais (collection Vrolik)	81.61	29
M.	Russes divers (Russie d'Europe)	82.81	17
M.	Alsace et Lorraine	82.93	11

5° *Brachycéphales.*

M.	Indo-Chine	83.51	10
M.	Finnois	83.69	5
L.	Auvergnats (ossuaire de Saint-Nectaire).	84.07	88
M. S.	Bavière et Souabe	84.87	6
M.	Lapons	85.63	10
S.	Syriens de Gebel-Cheikh (légèrement déformés).	85.95	12
M. S. L.	Amérique. Plusieurs série de crânes déformés dont les indices moyens varient de 93 à	103.00	20

QUELQUES SUBDIVISIONS DES GROUPES BASÉES

SUR

L'INDICE CÉPHALIQUE

CRANES EURYCÉPHALES,

BRACHISTOCÉPHALES MÉGISTOCÉPHALES ET STÉNOCÈPHALES (1)

(*Revue d'anthropologie,* 2e série. T. IV, p. 18.)

Je me suis efforcé de montrer, dans un mémoire précédent (2), qu'il convient, pour la facilité des descriptions, et pour l'ordre de la classification, de diviser les crânes en cinq groupes primaires, basés sur la valeur de leurs indices céphaliques.

L'indice céphalique, n'étant qu'un rapport, est indépendant des dimensions absolues des deux diamètres principaux du crâne. J'ai dû faire remarquer par conséquent que les deux mots brachycéphale et dolichocéphale, n'exprimant respectivement qu'une seule dimension, sont défectueux. J'ai ajouté toutefois qu'ils sont tellement consacrés par l'usage qu'il est nécessaire de les conserver; mais j'ai ajouté encore que pour éviter à l'avenir des confusions fâcheuses, il fallait rejeter de la nomenclature des groupes primaires les termes qui impliquaient exclusivement l'idée de longueur ou l'idée de largeur, et c'est cette considération qui m'a décidé à écarter la nomenclature proposée par M. Huxley (3).

Mais lorsqu'un crâne est une fois dénommé et classé, d'après

1. Ce mémoire, écrit en 1872, n'a pas été publié du temps de Broca. Il a été trouvé parmi les papiers du bureau et a alors été inséré dans la *Revue d'anthropologie*. Il avait été ajourné pour être complété par des tableaux et été accompagné de la note suivante : « A ajouter: un tableau de mesures moyennes de divers groupes secondaires. Est-ce utile ? Je voudrais montrer que les brachistocéphales sont les plus courts de tous. Est-ce bien nécessaire de le prouver ? »

2. Voy. *Revue d'anthropologie*. Série I, t. I, p. 385, année 1872, et dans ce volume, p. 228.

3. *Revue d'anthropologie*, Série I, t. I, p. 404, et dans ce volume, p. 249.

son indice céphalique, dans l'un des cinq groupes dolichocéphales sous-dolichocéphales, mésaticéphales, sous-brachycéphales ou brachycéphales ; lorsque, d'après cela, on connaît la forme et les dimensions relatives de ses deux diamètres, il peut être utile de compléter l'idée qui résulte de ce premier aperçu, en y ajoutant quelque autre notion tirée d'un caractère de moindre importance ; en d'autres termes, on peut éprouver le besoin d'établir, en dehors des divisions primaires, des divisions secondaires, et si l'on trouve par exemple que certaines différences puissent être attribuées à certaines conditions qui ont fait croître ou décroître un certain diamètre du crâne, les divisions secondaires basées sur cette étude pourront, sans aucun inconvénient, être caractérisées par des noms exprimant la grandeur ou la petitesse du diamètre en question. Appliqués à des groupes primaires, ces noms ne donneraient aucune idée de la forme du crâne et pourraient même la faire méconnaître ; mais appliqués à des subdivisions d'un groupe primaire, c'est-à-dire à des cranes dont la forme est déjà déterminée par un premier nom, ils complètent avec avantage la détermination de ces crânes ; et s'ils ne désignent qu'une seule dimension on ne peut les accuser de faire oublier l'autre, puisque celle-ci est enchaînée à celle-là par un rapport déjà connu.

Les divisions secondaires peuvent être empruntées à des caractères divers ; on les emploie comme moyens d'étude, pour établir des rapprochements ou des distinctions qui varient avec le but que l'on poursuit. Ainsi lorsqu'on cherche à déterminer les conditions qui font varier la longueur du crâne, on reconnaît que cette longueur est inégalement répartie entre les trois vertèbres frontale, pariétale et occipitale, et que l'allongement ou le racourcissement peuvent dépendre de l'excès ou du défaut de développement de l'une de ces trois vertèbres. On peut donc être conduit, comme quelques auteurs, à distinguer trois variétés de dolichocéphalies, la frontale, la pariétale et l'occipitale et trois variétés de brachycéphalies caractérisées par les mêmes noms. Si ce sont les variations de largeur que l'on étudie, il y a lieu de comparer entre eux les divers diamètres transverses (frontal, temporal, pariétal, occipital) ; et les rapports de ces diamètres soit entre eux, soit avec le diamètre transversal maxi-

mun, soit avec le diamètre longitudinal; peuvent servir de base à des subdivisions plus ou moins analogues aux précédentes. Ces diverses subdivisions des groupes primaires ne s'excluent pas; elles ne sont pas subordonnées les unes aux autres, comme les divers degrés d'une classification méthodique; on les emploie tour à tour suivant la nature des questions que l'on étudie. C'est ainsi qu'en cherchant à apprécier les causes qui peuvent faire varier l'indice céphalique des crânes de même race, j'ai trouvé quelque utilité à établir les distinctions qui font le sujet de ce mémoire.

Quelque pure que soit une race, et quelque évident que soit son type craniologique, il n'est aucun des caractères dont l'ensemble constitue ce type qui ne soit sujet à des oscillations aussi étendues. Lorsque Retzius fit connaître sa classification des races dolichocéphales et brachycéphales, on put espérer un instant que l'indice céphalique allait fournir enfin un caractère fixe et décisif, et ce fut la principale cause du succès rapide de son système. Mais ce n'était qu'une illusion, et il a bien fallu reconnaître que l'indice céphalique lui-même est bien loin de présenter cette fixité tant désirée. Parmi les nègres laineux et prognathes de l'Afrique, qui forment sans doute plusieurs races secondaires, mais qui se rattachent manifestement à un type commun, j'ai vu l'indice céphalique, qui est en moyenne de 73,11, descendre à 66 et monter à 83. Ce dernier cas est tout à fait exceptionnel, mais il n'est pas rare du moins de trouver chez les nègres un indice de 76 à 77 pour 100. On peut dire sans exagération que, même en négligeant les variations extrêmes, l'indice céphalique de ces peuples offre des écarts d'environ 10 pour 100, et si l'on objectait qu'ils ont pu subir des mélanges, il suffirait de faire remarquer que les Australiens, race noire, prognathe, mais non laineuse, confinée depuis une époque infiniment reculée dans un coin de l'univers, n'ont pas l'indice céphalique plus fixe que les nègres d'Afrique : car sur les 17 crânes d'Australiens que j'ai mesurés jusqu'ici, j'ai vu cet indice osciller entre 67 et 77 pour 100 avec une moyenne de 71,93.

Dans les deux cas qui précèdent, l'indice céphalique moyen est celui d'une dolichocéphalie très prononcée ; et cependant un certain nombre de crânes de chacune de ces séries ne sont que

sous-dolichocéphales, et presque mésaticéphales (Il y a même un brachycéphale dans la série des nègres que j'ai étudiés). Si le type moyen de la race n'était que sous-dolichocéphale, le même écart de 10 pour 100 pourrait s'étendre à la fois d'une part jusqu'à la dolichocéphalie vraie, d'une autre part jusqu'à la sous-brachycéphalie : c'est ce que j'ai constaté chez les Guanches, Sur une série de 17 crânes de cette race, dont l'indice moyen est de 75... (sous-dolichocéphale), j'ai trouvé, du minimum de 72 au maximum de 81, un écart de 9 pour 100, et cela suffit pour qu'il y ait parmi les Guanches des dolichocéphales vrais, des sous-dolichocéphales, des mésaticéphales et des sous-brachycéphales. Toutes ces formes cependant sont dérivées d'une forme typique, qui s'est allongée chez quelques individus, arrondie chez quelques autres, et lorsqu'on étudie les conditions de ce changement, lorsqu'on compare les formes extrêmes du groupe à la forme moyenne, qui est ici la sous-dolichocéphalie, on trouve que le plus souvent la différence tient principalement, quelquefois même exclusivement à l'allongement ou au raccourcissement d'un seul des deux diamètres horizontaux du crâne.

Supposons maintenant que la série que l'on étudie provienne d'une race mésaticéphale, dont l'indice céphalique moyen soit par exemple de 79 pour 100. Pour peu que la série soit nombreuse, on peut s'attendre à y trouver des écarts analogues à ceux qui viennent d'être indiqués, c'est-à-dire d'environ 10 pour 100. Il pourra donc y avoir des indices de 74 et des indices de 84, de sorte que cette série mésaticéphale comprendra des cas de dolichocéphalie vraie, des cas de brachycéphalie vraie, et des cas plus nombreux encore de sous-dolichocéphalie et de sous-brachycéphalie. Et il y aura lieu de se demander, comme dans les exemples précédents, comment se produisent, autour du type moyen, les oscillations de l'indice céphalique. La question, dans ce cas particulier, consiste à chercher *comment un crâne mésaticéphale devient dolichocéphale ou brachycéphale.*

Cette question, déjà intéressante en elle-même, acquiert plus d'importance lorsque la population dont on examine les crânes est issue du mélange de plusieurs races, et que les écarts dus à ce croisement viennent s'ajouter à ceux qui se produisent spontanément dans les races pures. C'est ainsi que, dans les

diverses séries parisiennes, dont la moyenne est constamment mésaticéphale, on voit les indices céphaliques s'échelonner depuis le minimum de 69,89 pour 100 jusqu'au maximum de 91,28 pour 100. L'étendue considérable des oscillations permet d'affirmer que la population est mélangée, qu'elle compte parmi ses origines au moins une race dolichocéphale et une race brachycéphale ; mais le résultat serait exactement le même si une troisième race, à crâne mésaticéphale, s'était fusionnée avec les deux autres, ou si un nombre indéfini de races, appartenant aux cinq groupes que caractérise l'indice céphalique, étaient venues tour à tour prendre part au croisement. De sorte que si l'on prend dans la série un crâne sous-dolichocéphale, à l'indice de 77, par exemple, il peut se faire qu'il représente la forme typique d'une race sous-dolichocéphale; mais il peut se faire aussi qu'il provienne, sans mélange, d'une race nettement dolichocéphale, dont l'indice serait par exemple de 73 ; ou d'une race sous-dolichocéphale dont l'indice serait de 81 ; ou à plus forte raison d'une race mésaticéphale ; et il peut se faire enfin qu'il provienne d'un ou plusieurs croisements. Le problème, comme on le voit, est des plus compliqués, puisqu'il comprend trois éléments indéterminés : 1° les types primitifs ; 2° les écarts spontanés qui se produiseut dans chacun de ces types; 3° les modifications qui résultent des croisements. Mais il se simplifierait beaucoup si l'on pouvait éliminer l'une de ces trois inconnues, si l'on pouvait, par exemple, reconnaître à certains caractères les crânes déviés de leur type par un écart spontané. C'est ce qui est possible dans les cas, déjà signalés ou étudiés par plusieurs auteurs, où les crânes sont déformés soit artificiellement, soit par une maladie de la boîte osseuse ou de son contenu; mais, à côté de ces *déformations* pathologiques ou artificielles, auxquelles on peut joindre les déformations posthumes décrites par MM. Barnard Davis et Thurnam, il y a des *conformations* qui n'ont rien d'anormal, qui cependant ne sont pas typiques, et qui dépendent des conditions de l'accroissement respectif du crâne ou du cerveau. Le but des remarques qui vont suivre est de montrer la possibilité de distinguer quelques-uns des cas où le type peut être modifié par ces variations individuelles (1), et où

1. C'est la question de l'étendue des variations individuelles dans un groupe

le changement de l'indice céphalique peut être attribué à peu près exclusivement à l'agrandissement ou à la diminution de l'un des deux diamètres horizontaux du crâne.

Étant donné un crâne de forme moyenne (1) ou mésaticéphale, on peut le transformer, par la pensée, en un crâne brachycéphale de deux manières bien différentes : ou bien en raccourcissant son diamètre antéro-postérieur, ou bien en augmentant son diamètre transversal. Supposons, par exemple, que notre crâne mésaticéphale ait un diamètre longitudinal de 180^{mm} et un diamètre transversal de 142^{mm}, ce qui donne à peu près l'indice de 79 pour 100. Si l'on diminue le premier de ces diamètres de 7 millimètres, sans changer le second, l'indice devient environ de 82 pour 100; mais on peut obtenir ce même indice de 82 pour 100 en ajoutant 6 millimètres au second diamètre sans changer le premier. Les deux crânes obtenus par ces deux procédés si différents seront caractérisés de la même manière par l'indice céphalique, et cependant on doit bien se garder de les confondre, puisque l'un a changé de forme aux dépens de son volume, tandis que l'autre est au contraire devenu beaucoup plus grand. Il est clair, maintenant, que si les deux changements qui précèdent s'opèrent simultanément, que si, en d'autres termes, le crâne devient à la fois plus court et plus large, l'accroissement de l'indice céphalique pourra s'effectuer sans que la capacité crânienne soit notablement modifiée. Par exemple, en diminuant de 4 millimètres seulement le diamètre longitudinal de notre crâne mésaticéphale, et en augmentant de 3 millimètres son diamètre transversal, nous obtiendrons un troisième crâne brachycéphale de 176 millimètres sur 145, avec un indice céphalique qui sera encore de 82 pour 100 environ. La forme générale sera donc la même que dans les deux premiers cas ; mais le crâne, ayant regagné dans un sens ce qu'il aura perdu dans l'autre, aura conservé à peu près son volume.

plus ou moins pur que Broca a traitée spécialement plus tard dans la *Revue d'anthropologie* sous le titre d'*Ethnologie italienne, — les Ombres et les Etrusques*, p. 283, année 1874 ; et dans les *Bulletins de la Société d'Anthropologie* sous celui de *Méthode de moyenne*, p. 757, année 1879 et plus loin dans ce volume.

1. Le crâne moyen d'une race ou d'un groupe de population, est le crâne idéal que l'on obtient en prenant la moyenne de toutes les mesures des crânes de la série. On ne confondra pas le crâne moyen avec les crânes mésaticéphales ou de forme moyenne entre la brachycéphalie et la dolichocéphalie.

Ces trois crânes, présentant le même indice céphalique, se trouvent confondus sous le nom commun de crânes brachycéphales, qu'ils sont loin cependant de mériter au même degré. Si nous les comparons au crâne mésaticéphale dont nous les supposons dérivés, nous trouvons tout d'abord que le premier n'en diffère que par un seul caractère : la brièveté. C'est donc très légitimement que nous le nommons crâne court, ou brachycéphale.

Pour le troisième, l'hésitation serait déjà permise. Ce crâne, en effet, se distingue par deux caractères : il est raccourci et en même temps élargi ; et il n'y a pas de raison pour choisir l'une de ces caractéristiques plutôt que l'autre. Toutefois, le nom de brachycéphale ayant eu la priorité dans la science, et d'ailleurs n'étant pas inexact, il y a tout avantage à le conserver.

Mais la dénomination du second crâne est tout à fait fausse. Il n'est nullement raccourci, et le seul caractère qui le distingue, c'est son excès de largeur. C'est à tort, par conséquent, qu'on le désigne sous le nom de brachycéphale ; le seul nom qui lui convienne est celui de crâne *eurycéphale* (de εὐρύς large), ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer il y a dix ans (1).

La nécessité de cette distinction se manifeste surtout lorsque l'on étudie une série de crânes provenant d'une population mélangée, où se trouvent à la fois des têtes allongées, des têtes arrondies et des têtes de forme moyenne. Telles sont les séries de crânes parisiens, basques, mérovingiens et gallo-romains, déposées dans le musée de la Société d'Anthropologie. Dans ces diverses séries, mais surtout dans les séries parisiennes, la longueur de certains crânes dits brachycéphales dépasse non seulement la longueur moyenne de tous les crânes de leur série, mais même la longueur de la plupart des crânes dolichocéphales.

Par exemple, la série des 125 crânes du cimetière de l'Ouest donne en moyenne un diamètre antéro-postérieur de 178,58, et un diamètre transversal de 141,87, avec un indice céphalique de 79,44 (2). Sur les 125 crânes, 37 présentent une dolichocéphalie plus ou moins prononcée, caractérisée par un indice céphalique

1. *Bull. de la Soc. d'Anth.*, série I, t. II, p. 647 (1861).
2. L'indice céphalique, calculé d'après la moyenne des diamètres, est de 79,44 ; mais la moyenne des indices céphaliques individuels dépasse un peu ce chiffre, et s'élève 79,51.

plus petit que 77,77 ; ils forment une série dolichocéphale dont le diamètre antéro-postérieur moyen est de 181,13, le diamètre transverse de 135,29, et l'indice céphalique de 74,69 pour 100.

Or, parmi les 55 crânes de la même série de l'Ouest dont l'indice dépasse 80 pour 100, et qui dès lors sont réputés brachycéphales, il n'y en a pas moins de 17 dont le diamètre antéro-postérieur dépasse la moyenne générale de 178,58; et même 10 d'entre eux ont un diamètre longitudinal compris entre 182 et 200, c'est-à-dire supérieur à la moyenne des crânes dolichocéphales.

Mais ce qui est plus curieux encore, c'est l'étude comparative des crânes les plus longs (je ne dis pas les plus dolichocéphales) de la série totale. Huit d'entre eux ont un diamètre longitudinal égal ou supérieur à 190 millimètres.

		Indice céphal.	D. ant.-post.	D. Transv.
Dolichocéphales	23	76.27	197	150
	73	76.68	193	148
Mésaticéphales	72	77.95	195	152
	86	79.16	192	152
	88	79.16	192	152
	67	79.58	191	152
Brachycéphales	34	81.57	190	155
	16	84.50	200	169

Ainsi le n° 16 qui, d'après son indice céphalique, prend place parmi les crânes les plus brachycéphales de la série, se trouve être précisément le plus long de tous; et à côté de lui le n° 34, quoique un peu moins long, dépasse encore en longueur tous les dolichocéphales, à l'exception de deux. Ce n'est donc que par un véritable abus de langage que ces crânes, si développés en longueur, sont désignés sous un nom qui exprime au contraire leur brièveté. Cette énorme contradiction a pu se produire sous le couvert d'un nom dérivé du grec; mais personne n'aurait accepté de donner en français la qualification de courts à des crânes de 190 et de 200 millimètres. Voilà pourquoi j'ai proposé depuis longtemps de désigner sous le nom d'*eurycéphales* les crânes qui s'arrondissent exclusivement par excès de largeur.

Faut-il renoncer pour cela à réunir en un même groupe et à désigner sous une dénomination commune les crânes qui présentent une forme arrondie? Et, de ce que cette forme peut se produire dans des conditions différentes, résulte-t-il qu'on doive

en méconnaître la valeur? Cette conclusion est bien loin de ma pensée; je considère au contraire comme fort utile, d'abord au point de vue purement descriptif, et ensuite au point de vue des classifications, la distinction du groupe que Retzius a appelé brachycéphale, et qu'il suffit de subdiviser pour faire disparaître les équivoques. Si cette question se présentait pour la première fois dans la science, et si j'étais appelé à choisir un nom pour désigner le groupe des crânes arrondis, ce n'est certainement pas le nom de brachycéphale que je proposerais, et je ne choisirais pas davantage, pour désigner les crânes de forme allongée, le nom de dolichocéphale ; ces deux expressions se rapportent exclusivement à la longueur du diamètre antéro-postérieur, tandis que la forme du crâne ne dépend nullement des dimensions *absolues* de ce diamètre, mais seulement de ses dimensions *relatives*, et de même qu'un crâne très arrondi peut être très long, un crâne très allongé peut être très court. Mais ces mots *brachycéphale* et *dolichocéphale* sont trop généralement acceptés pour qu'on puisse songer à les remplacer ; à force de s'en servir on a fini par faire abstraction de leur étymologie, par oublier l'idée de longueur qu'ils expriment, pour ne se souvenir que de l'idée de forme qu'on a pris l'habitude d'y attacher. Je les conserverai donc pour désigner respectivement, dans leur généralité, les divers groupes des crânes allongés et des crânes arrondis; mais je me réserve d'établir dans chaque groupe des subdivisions correspondant aux conditions diverses qui déterminent la forme du crâne.

Je commencerai par le groupe brachycéphale. La brachycéphalie est caractérisée par un indice céphalique supérieur à 80 pour 100, et l'indice céphalique lui-même est l'expression centésimale d'une fraction dont le diamètre transversal du crâne est le numérateur et dont le diamètre antéro-postérieur est le dénominateur. L'accroissement de l'indice céphalique, qui constitue la brachycéphalie, peut donc être produit de trois manières :

Ou bien par l'accroissement du numérateur (largeur) ;

Ou bien par la diminution du dénominateur (longueur) ;

Ou bien par ces deux causes réunies.

Dans ce dernier cas, qui est le plus ordinaire, les deux causes qui font croître l'indice céphalique étant associées, l'accroisse-

ment de la fraction n'exigera qu'un faible changement de chacun des diamètres. Si, par exemple, on prend pour terme de comparaison un crâne de 140 de large sur 175 de long, ce qui donne l'indice de 80 pour 100, limite inférieure de la brachycéphalie, il suffira d'ajouter 3 millimètres à la largeur et de diminuer la longueur de 4 millimètres pour obtenir un indice de 83,62; et ce crâne peu raccourci, mais un peu élargi, sera rendu nettement brachycéphale.

Mais dans le premier cas où le dénominateur ne diminue pas, et dans le second cas où le numérateur n'augmente pas, il faudra, pour arriver au même résultat, faire subir un changement considérable au diamètre qui, à lui seul, fait croître la fraction ; ainsi il faudra porter le diamètre transversal à 147, ce qui rendra le crâne très large, ou réduire le diamètre antéro-postérieur à 167, ce qui rendra le crâne très court.

Les crânes de cette dernière catégorie, c'est-à-dire ceux dont la brachycéphalie dépend exclusivement de leur raccourcissement, sont les plus courts de tous, et pour les distinguer des autres brachycéphales, il convient de les désigner sous le nom de *brachistocéphales* (de βράχιστος, très court, superlatif de βραχύς).

Le nom d'*eurycéphales* distinguera au contraire ceux dont la brachycéphalie dépend exclusivement de leur élargissement.

Et enfin, comme les cas qui précèdent sont moins communs que les autres, j'appellerai *brachycéphales ordinaires* les crânes qui doivent leur brachycéphalie à un élargissement modéré coïncidant avec un raccourcissement modéré.

Pour simplifier l'exposé qui précède, j'ai considéré le cas où les crânes eurycéphales ne sont qu'élargis, et celui où les crânes brachystocéphales ne sont que raccourcis. Mais la plupart des crânes eurycéphales sont plus longs que la moyenne, et la plupart des brachystocéphales sont plus étroits que la moyenne, et ce sont ceux-là surtout qui se distinguent des brachycéphales ordinaires. Comparons, par exemple, avec notre premier crâne de 140 sur 175, indice 80 pour 100, un crâne de 155 sur 185, indice 83,78. Ce dernier crâne a gagné 10 millimètres sur sa longueur, ce qui aurait pu le rendre très dolichocéphale; mais il en a gagné 15 sur sa largeur, et il s'est tellement élargi que,

malgré son allongement considérable, il est devenu brachycéphale. Ce sont surtout les cas de ce genre qui démontrent la nécessité d'établir une catégorie particulière pour les crânes eurycéphales.

Et de même, si nous comparons avec le crâne de 140 sur 175, un crâne de 135 sur 161 (indice 83,83), nous trouvons qu'il a perdu 5 millimètres sur sa largeur, ce qui aurait pu le rendre dolichocéphale; mais, en même temps, il s'est tellement raccourci que, malgré son étroitesse, il prend place parmi les brachycéphales avec un indice céphalique à peu près égal à celui du crâne eurycéphale que je viens de considérer. Cet excès de brièveté est exprimé par la dénomination de *brachistocéphale*.

En résumé, l'eurycéphalie est la brachycéphalie des crânes longs; et la brachystocéphalie est la brachycéphalie des crânes étroits. Mais qu'est-ce qu'un crâne long, et qu'est-ce qu'un crâne étroit? Ces deux épithètes ont-elles une signification fixe et absolue, qui corresponde à des mesures déterminées? Cela ne pourrait être que si toutes les races humaines avaient en moyenne le même type et le même volume crânien. Mais on sait combien elles diffèrent sous ce rapport. Il y a telle race dans laquelle le diamètre antéro-postérieur du crâne ne dépasse qu'exceptionnellement le chiffre de 180 millimètres, et telle autre race où cette longueur est tout à fait ordinaire. De sorte qu'un crâne qui, s'il appartient à une certaine race, sera signalé comme long, pourra passer pour court s'il appartient à une autre race. Même différence pour les dimensions transversales. Par conséquent, ce n'est pas par lui-même, et d'une manière absolue, qu'un crâne est long ou court, large ou étroit; mais d'une manière relative et par comparaison avec les dimensions ordinaires ou moyennes des crânes de même race.

La distinction que je cherche à établir entre les eurycéphales, les brachystocéphales et les brachycéphales ordinaires, ne peut donc servir à constituer dans la craniologie des divisions primaires, comparables à celles que fournit l'indice céphalique. Étant donné un crâne isolé, il suffit de deux coups de compas et d'une réduction au centième pour savoir s'il est brachycéphale ou dolichocéphale, et à quel degré il l'est; un crâne est donc dolichocéphale, mésaticéphale ou brachycéphale par lui-même;

ce caractère, une fois constaté, est absolu et peut servir de base à une division primaire.

Si maintenant, au lieu de considérer un seul crâne, on se propose d'étudier et de classer une série où toutes les variétés d'une race pure ou mêlée sont représentées, on commence par y constituer, à l'aide des indices céphaliques, les groupes primaires. Supposons qu'il y ait dans la série un certain nombre de brachycéphales ; ils sont déjà classés par ordre d'indices céphaliques ; on sait à quel degré chacun d'eux est brachycéphale, mais on veut savoir en outre comment il l'est devenu : s'il est brachycéphale par excès de largeur, ou par défaut de longueur ; c'est alors que se manifeste l'utilité d'une subdivision ou division secondaire, qui permette de distinguer les crânes élargis des crânes raccourcis. Pour cela, il suffit de déterminer les dimensions moyennes des diamètres crâniens de la race que l'on considère ; on comprend que cela ne soit possible que lorsqu'on possède une série assez étendue : car les variations individuelles peuvent exercer une influence trompeuse sur les courtes séries. Mais lorsqu'on dispose, par exemple, d'une cinquantaine de crânes, recueillis sans idée préconçue et sans choix, on obtient des moyennes qui méritent toute confiance. Cela fait, on range parmi les eurycéphales les crânes brachycéphales dont le diamètre antéro-postérieur est au-dessus de la moyenne ; parmi les brachystocéphales, ceux dont le diamètre transversal est au-dessous de la moyenne, et les autres, ayant un diamètre antéro-postérieur égal ou inférieur à la moyenne et un diamètre transversal égal ou supérieur à la moyenne, dans la catégorie des brachycéphales ordinaires qui est toujours la plus nombreuse.

On se tromperait fort si l'on croyait que ces trois catégories correspondent aux divers degrés de la brachycéphalie. Chacune d'elles comprend à la fois des crânes sous-brachycéphales et des brachycéphales vrais. Ainsi, les brachistocéphales ne sont pas les crânes les plus brachycéphales, c'est-à-dire ceux dont l'indice céphalique est le plus grand ; ce sont seulement ceux dont le diamètre longitudinal est le plus court. Le plus souvent même les brachystocéphales ont un indice plus élevé et ne sont que sous-brachycéphales.

Les considérations qui nous ont conduit à établir trois subdivisions dans le groupe primaire des brachycéphales, sont applicables également au groupe des dolichocéphales. Lorsque l'indice céphalique descend au-dessous de $\frac{7}{9}$ ou de 77,77 pour 100, le crâne devient dolichocéphale ; et comme la diminution d'une fraction peut être la conséquence de l'accroissement du dénominateur (diamètre antéro-postérieur), ou de la réduction du numérateur (diamètre transversal), un crâne peut devenir dolichocéphale par allongement, ou par rétrécissement, et il le devient à plus forte raison si ces deux changements surviennent à la fois. Dans ce dernier cas, le crâne regagne dans un sens ce qu'il perd dans l'autre, et si on le compare au crâne moyen de la série, on trouve qu'il n'en diffère, dans l'une ou dans l'autre direction, que par un petit nombre de millimètres. Il peut donc atteindre un degré assez considérable de dolichocéphalie sans devenir ni très étroit, ni très long ; ce cas est le plus fréquent et constitue la dolichocéphalie ordinaire.

Mais lorsque le crâne ne se rétrécit pas; lorsque, au contraire, il s'élargit, et que cependant il devient dolichocéphale, cela suppose que son diamètre longitudinal a pris un grand accroissement, et plus son diamètre transversal s'élève au-dessus de la moyenne, plus il faut que l'autre diamètre soit allongé pour faire diminuer l'indice céphalique. Le caractère dominant de ce crâne, c'est la longueur ; il ne peut être dolichocéphale qu'à la condition d'être très long, et le nom de *mégistocéphale* ou crâne très long (de μέγιστος, très long, superlatif de μέγας) lui convient parfaitement.

Enfin, il y a des crânes dolichocéphales dont la dolichocéphalie est même très prononcée, et qui cependant, en dépit de l'étymologie grecque de leur nom, sont au contraire moins longs que la moyenne; c'est parce que leur diamètre transversal a subi une réduction plus considérable encore que celle de leur diamètre longitudinal. Ils sont devenus si étroits, le numérateur de l'indice céphalique est devenu si petit, que, malgré la diminution du dénominateur, la valeur du rapport a diminué. Ces crânes sont donc caractérisés par leur étroitesse ; et puisque le langage est ainsi fait qu'il faille, tout courts qu'ils sont, les appeler dolichocéphales, disons du moins qu'ils constituent dans le groupe

dolichocéphale une catégorie distincte, celle des dolichocéphales par étroitesse, ou des *sténocéphales* (de στενὸς, étroit).

Je crois avoir montré qu'il est utile d'établir des subdivisions dans les deux groupes des crânes brachycéphales et des crânes dolichocéphales. Quant aux mésaticéphales, ils forment un groupe beaucoup plus homogène, qu'il serait superflu de subdiviser. Les oscillations de leurs indices céphaliques étant renfermées dans des limites encore étroites (de 77,77 à 80,00 pour 100), leur forme, abstraction faite de leur diamètre vertical un peu variable, leur diamètre transversal et leur diamètre longitudinal peuvent être grands, moyens ou petits ; mais ces variations, étant à peu près proportionnelles et n'ayant pas pour conséquence un changement de forme, sont loin d'avoir la même importance que celles que l'on observe dans les groupes dolichocéphale et brachycéphale.

Les distinctions que je viens d'établir peuvent se résumer dans le tableau suivant.

DOLICHOCÉPHALES. Indice céphalique au-dessous de 77.77 0/0............	1° Diamètre antéro-postérieur plus petit que la moyenne (crânes étroits).... *Sténocéphales.*
	2° Diamètre antéro-postérieur plus grand que la moyenne et diamètre transversal plus petit que la moyenne. *Dolichocéphales ordinaires.*
	3° Diamètre transversal plus grand que la moyenne ; crâne très-long. *Mégistocéphales.*
MÉSATICÉPHALES. Indice céphalique entre 77.77 et 80 0/0..................	
BRACHYCÉPHALES. Indice céphalique au-dessus de 80 0/0..................	1° Diamètre transversal plus petit que la moyenne ; crâne très-court. *Brachistocéphales.*
	2° Diamètre transversal plus grand que la moyenne et diamètre antéro-postérieur plus petit que la moyenne. *Brachycéphales ordinaires,*
	3° Diamètre antéro-postérieur plus grand que la moyenne; crâne très large. *Eurycéphales.*

Ces subdivisions, je le répète, ne sont applicables qu'à la classification des séries de crânes, et seulement des séries assez nombreuses pour qu'on puisse en dégager le type moyen de la race ou de la population qu'elles représentent. Elles sont utiles surtout lorsqu'il s'agit d'une population mélangée, comme le sont la plupart de celles de l'Europe, et comme l'est en particulier celle de la France. L'écart considérable des indices cépha-

liques, qui peuvent descendre au-dessous de 70 pour 100, ou s'élever au-dessus de 90 pour 100, prouvent suffisamment que les crânes de nos séries françaises proviennent au moins de deux races bien différentes, l'une dolichocéphale, l'autre brachycéphale; mais l'on se tromperait fort si l'on croyait qu'il suffit, pour retrouver ces deux types, de rattacher purement et simplement les crânes brachycéphales à une race brachycéphale, puis les dolichocéphales à une race dolichocéphale, et de considérer les mésaticéphales comme les produits du croisement des deux races. Outre qu'il est fort probable que notre population compte parmi ses ascendants plusieurs races brachycéphales et plusieurs races dolichocéphales, on ne doit pas oublier que dans la race la plus pure l'indice céphalique présente toujours des oscillations assez étendues. Cela ne veut pas dire que l'indice céphalique soit un caractère sans importance; c'est au contraire un des meilleurs caractères des races; mais il est sujet, comme tous les autres, et plus que la plupart des autres, à des variations individuelles contre lesquelles il faut se mettre en garde.

La forme et le volume du crâne dépendent avant tout du type ethnique; mais les os du crâne ne sont pas assujettis seulement, comme les os des membres, aux lois de leur propre développement. C'est le fémur qui règle l'évolution de la cuisse, qui en détermine la forme et la longueur; il faut que les parties molles acceptent les dimensions qu'il leur impose; rien ne l'empêche d'acquérir librement sa conformation typique, et les variations individuelles qu'il présente sont resserrées dans des limites assez étroites. Comme le fémur, comme toutes les pièces du squelette, les os du crâne sont soumis aux causes qui produisent les variations individuelles; mais à ces causes, qu'on pourrait appeler ostéogéniques, vient s'en joindre une autre beaucoup plus efficace: car le développement de la boîte crânienne est subordonné au développement de l'encéphale, de sorte que les variations individuelles de cet organe, qui se développe si rapidement dans les premières années de la vie, lorsque les os du crâne sont encore minces, souples et faiblement unis, font subir des modifications très étendues aux parois osseuses qui l'enveloppent. A cet âge, l'éducation n'exerce pas encore une influence bien notable sur le volume relatif ou absolu des diverses régions de

l'encéphale; mais plus tard la nature et le degré d'activité du travail de l'esprit favorisent plus ou moins le développement des hémisphères, et, dans ces hémisphères, le développement de tel ou tel groupe de circonvolutions: différences attestées par l'ordre variable suivant lequel se soudent les sutures, et par l'âge plus variable encore où cette soudure commence à s'effectuer. Nombreuses, par conséquent, sont les causes physiologiques qui peuvent amener des changements dans la forme et le volume du crâne, et je ne parle pas des déformations mécaniques ou pathologiques qui produisent des changements bien plus considérables encore. Il résulte de ces remarques que le crâne est plus variable que la plupart des autres parties du squelette, et que même dans les races les plus pures son type peut présenter des écarts assez étendus. Il n'en est pas moins vrai qu'il existe dans chaque race un type crânien qu'il s'agit de retrouver au milieu de ces variations. Or, pour procéder à la recherche de ce type, il est bon de pouvoir, à un moment donné, faire abstraction des cas individuels qui font disparate avec l'ensemble, et cela est utile surtout lorsque la race est mélangée et qu'il faut y retrouver deux ou plusieurs types. Voici, par exemple, dans une série parisienne un crâne eurycéphale, c'est-à-dire plus long et plus large que la moyenne; sa capacité est très grande; par conséquent, ses dimensions considérables lui ont été imposées par un cerveau d'un volume exceptionnel; mais dès le moment qu'il y a eu dans son développement des conditions exceptionnelles, nous pouvons tout supposer. L'ampliation qu'il a subie a-t-elle agi à la fois en long et en large, ou seulement dans le sens transversal? Comme il est plus long que la plupart des crânes dolichocéphales de la série, nous pouvons nous demander si ce n'est pas un crâne destiné dès l'origine à devenir dolichocéphale, et détourné de ce type par une dilatation qui s'est faite presque exclusivement suivant la largeur; mais nous pouvons nous demander encore si ce n'est pas un crâne dont le type primitif était brachycéphale, et dont l'ampliation a été uniforme. Le cas est donc douteux. Et de même qu'on a soin de mettre à l'écart les crânes déformés par une ancienne hydrocéphalie, parce qu'on sait que l'hydrocéphalie peut, suivant ses degrés et suivant diverses conditions particulières, allonger le crâne ou l'arrondir, de même on doit consi-

dérer comme incertaine la détermination du type d'un crâne qui a été dilaté par un très grand cerveau.

Dès mes premières recherches sur la capacité des crânes des séries parisiennes, j'avais été frappé d'un fait qui depuis lors s'est retrouvé dans quelques autres séries, mais non dans toutes, savoir : que la capacité moyenne des crânes brachycéphales était notablement plus grande que celle des mésaticéphales et des dolichocéphales, et j'avais été disposé à en conclure que la race brachycéphale ou les races brachycéphales qui figurent parmi nos origines, avaient plus de cerveau que les races dolichocéphales avec lesquelles elles se sont mélangées. Je serai plus réservé aujourd'hui : car, ayant fait de nouveaux relevés où ne figurent plus que les brachycéphales et les dolichocéphales que j'appelle *ordinaires*, j'ai vu disparaître cette inégalité. Il est aisé de comprendre, en effet, que le grand développement du cerveau doit tendre à arrondir le crâne, comme un liquide injecté dans une poche elliptique tend à lui donner la forme sphérique. Et cela paraîtra probable surtout si l'on songe que, comme l'hydrocéphalie et l'hypertrophie pathologique du cerveau, le grand volume de cet organe, ou plutôt sa tendance à devenir très grand, se manifeste souvent de très bonne heure, avant que les fontanelles soient fermées. Il y a donc une raison très forte pour admettre que, dans nos séries, un certain nombre de crânes brachycéphales seraient restés dolichocéphales, s'ils n'avaient pas été élargis outre mesure par un très grand cerveau. Si ces crânes exceptionnels existent, comme cela paraît très probable, ils ne peuvent se retrouver que dans la catégorie des eurycéphales, c'est-à-dire des brachycéphales dont le diamètre longitudinal est égal ou supérieur à celui de la majorité des crânes non brachycéphales. Il est donc convenable, lorsqu'on procède à la recherche des types, d'éliminer les crânes eurycéphales, comme ayant pu être déviés de leur type par le grand accroissement de l'encéphale.

Pour des motifs inverses, mais de même valeur, il y a lieu de se méfier des crânes sténocéphales; car si le grand volume du cerveau, lorsqu'il se manifeste dans les premières années de la vie, tend à arrondir le crâne, c'est-à-dire à exagérer principalement le diamètre transversal, de même lorsque le cerveau reste

au-dessous de son volume ordinaire, c'est principalement dans sa largeur que le crâne est diminué. On sait que les deux pariétaux se rejoignent par leurs bords et engrènent leurs dentelures avant que les fontanelles bregmatiques et lambdoïdales soient comblées. Il y a donc une époque de la vie où le cerveau se développe plus aisément en longueur qu'en largeur. Par conséquent, lorsque, à ce moment, la croissance du cerveau est ralentie, il peut se faire que l'ampliation du crâne dans le sens longitudinal soit presque suffisante pour faire face à l'augmentation du volume de cet organe, et que le diamètre transversal croisse relativement beaucoup moins que l'autre. Cela ne veut pas dire que tout cerveau très petit doive toujours imposer au crâne la forme dolichocéphale; mais seulement que la réduction des dimensions crâniennes, qui est la conséquence de la petitesse du cerveau, peut, dans beaucoup de cas, porter sur le diamètre transversal beaucoup plus que sur le longitudinal.

Cela posé, on conçoit qu'un enfant étant venu au monde dans des conditions d'hérédité qui tendent à le rendre brachycéphale, puisse, par suite d'un arrêt passager ou durable dans la croissance du cerveau, devenir dolichocéphale. En vertu de la tendance à la brachycéphalie, le diamètre longitudinal reste court; mais en vertu de la petitesse du cerveau, le diamètre transversal subit une réduction beaucoup plus considérable encore, et l'indice céphalique, rapport des deux diamètres, descend au-dessous de la limite de la dolichocéphalie. Ce crâne, que des circonstances particulières ont fait dévier de son type, ne peut évidemment pas servir à la détermination d'un type. Or, étant donné un crâne sténocéphale, caractérisé par une dolichocéphalie qui existe malgré la diminution de longueur, on peut se demander si c'est un brachycéphale accidentellement rétréci, ou seulement un dolichocéphale uniformément réduit dans toutes ses dimensions. Cette question peut être résolue par une étude ultérieure; mais elle reste douteuse jusqu'à ce que les caractères typiques de la race aient été constatés, et la recherche de ces caractères serait rendue incertaine si l'on ne commençait par éliminer, comme suspects de déformation, les crânes sténocéphales.

La séparation des crânes brachistocéphales et des crânes mégistocéphales est légitimée par des considérations analogues.

Je viens de montrer l'utilité qu'on peut retirer des subdivisions que je propose d'établir dans les groupes primaires de la dolichocéphalie et de la brachycéphalie. Je répète que ces subdivisions ne sont applicables, d'une manière générale, que dans le classement d'une grande série de crânes de même provenance, et que les noms qu'elles portent ont une valeur relative et non absolue. Toutefois il peut se faire qu'un crâne isolé présente un degré excessif de brièveté et de longueur, d'étroitesse ou de largeur, et qu'on puisse, *ipso facto*, lui appliquer l'un des noms qui précèdent; c'est lorsque l'un ou l'autre de ces diamètres est tellement grand ou tellement petit, qu'il sort évidemment des limites des variations ordinaires. Par exemple, on sait que toute race dans laquelle le diamètre antéro-postérieur *moyen* dépasse 185 millimètres, est une race dolichocéphale. Par conséquent, tout crâne dont la longueur excède 185 millimètres, et qui cependant, par son indice céphalique, est brachycéphale, peut être considéré comme eurycéphale, parce qu'on est bien sûr que, quel que soit le type de sa race, il en diffère par un excès de largeur.

Les noms *eurycéphale*, *sténocéphale*, etc., peuvent donc être employés quelquefois dans un sens absolu et comme descriptif; on conçoit même qu'un jour à venir, lorsque toutes les races seront complètement connues, lorsque tous leurs caractères auront été constatés d'une manière rigoureuse, et lorsque le crâne moyen de chacune d'elles sera aussi bien déterminé que peut l'être, par mensuration directe, un crâne isolé, on conçoit, dis-je, qu'alors, groupant les races d'une même famille comme on groupe aujourd'hui les crânes d'une même race, on puisse trouver qu'une race est sténocéphale, ou eurycéphale, ou brachistocéphale, ou mégistocéphale, par rapport à celles du même groupe, ou même par rapport à toutes les autres races. Mais ce moment n'est pas encore venu, et dans l'état actuel de nos connaissances, je crois devoir restreindre au classement des crânes de même race les subdivisions que je viens d'établir.

SUR L'INDICE NASAL

(*Bulletins de la Société d'anthropologie,* 2ᵉ Série. T, VII, 1872, p. 25-37.)

M. Paolo Mantegazza, de Florence, m'a fait l'honneur de m'écrire, il y a quelques jours, pour me demander un renseignement relatif à la détermination de la capacité des fosses nasales. Vous savez que ce professeur a publié l'année dernière, dans l'*Archivio per l'antropologia e la etnologia,* deux mémoires importants sur l'*Indice céphalo-rachidien,* ou rapport de la capacité du crâne avec l'ouverture du trou occipital, et sur l'*Indice céphalo-orbitaire,* ou rapport de la capacité du crâne avec celle de la cavité orbitaire. Poursuivant ces recherches intéressantes, M. Mantegazza prépare un nouveau travail sur l'*Indice rhinocéphalique* ou rapport de la capacité du crâne avec celle des fosses nasales. Celui qui a conçu le plan de cette étude l'exécutera mieux que personne et je me garderai bien de courir sur ses brisées. J'attends donc avec impatience le travail de M. Mantegazza; si je vous en parle par avance, c'est parce qu'il a été la cause occasionnelle de ma communication de ce jour.

En compulsant, pour répondre à une question que M. Mantegazza avait bien voulu me poser, mes registres craniométriques, j'y ai trouvé des relevés déjà anciens sur l'*indice nasal.* J'y ai joint les résultats de mensurations plus récentes que j'ai faites, dans mon laboratoire d'anthropologie et dans les galeries du Muséum, sur plusieurs nouvelles séries de crânes, et j'ai obtenu un tableau que je publie aujourd'hui et qui ne me paraît pas sans intérêt.

L'indice nasal que j'ai étudié est un indice linéaire et diffère entièrement de l'indice cubique que nous fera bientôt connaître M. Mantegazza. C'est le rapport de la largeur des narines antérieures avec la longueur de la ligne qui s'étend de la racine du nez à l'épine nasale antérieure.

Les deux os maxillaires supérieurs, unis par suture sur la

ligne médiane à leur partie inférieure, qui porte les dents incisives, se séparent à partir de l'épine nasale, s'écartent pour former l'ouverture des narines osseuses antérieures, et remontent ensuite jusqu'à l'os frontal, avec lequel ils s'articulent au niveau de la suture fronto-nasale. L'intervalle qui les sépare, toujours assez étroit en haut, où il est comblé par les os propres du nez, s'élargit rapidement au-dessous de ces os et atteint son maximum de largeur vers le milieu du renflement cartilagineux qui de chaque côté, sur les parties molles du visage, constitue l'aile du nez. Cet intervalle se compose donc de deux parties : l'une supérieure, qui correspond au squelette du nez ; l'autre inférieure, qui, sur le vivant, correspond aux cartilages du nez, et qui, sur le squelette forme l'ouverture des narines antérieures.

Chacune de ces deux parties présente, suivant les individus et suivant les races, des différences de forme et de dimensions dont l'étude offre un grand intérêt ; de leurs dispositions respectives dépendent les caractères morphologiques du nez, qui tiennent un des premiers rangs parmi les caractères de la face. Mais, s'il importe d'étudier séparément la partie osseuse et la partie cartilagineuse du nez, il importe bien plus encore d'étudier cet organe dans son ensemble ; or la forme générale du nez résulte avant tout du rapport de sa largeur à sa longueur. C'est ce rapport que j'appelle l'*indice nasal*.

Sur le squelette, la longueur du nez se mesure de la suture fronto-nasale à l'épine nasale antérieure. Sa largeur est donnée par la largeur maxima des narines antérieures. On est convenu depuis longtemps d'appeler N le point médian de la suture fronto-nasale, c'est-à-dire la racine du nez ; on peut de même appeler S le point qui correspond à l'épine nasale (*spina*). Je nommerai donc NS la ligne qui sur le squelette représente la longueur du nez, et je nommerai *nn* la ligne qui représente sa largeur. De la sorte, l'indice nasal sera exprimé par la fraction $\frac{nn}{NS}$.

La longueur moyenne de la ligne NS, dans toutes les races humaines, est de 50 millimètres environ ; celle de la ligne *nn*, de 25 millimètres environ ; et par conséquent la moyenne générale de l'indice nasal est à peu près de 50 pour 100.

Avant d'étudier cet indice, il est bon de se demander quelle est la valeur des conditions qui le font varier. N'oublions pas que les lignes dont il exprime le rapport sont très courtes ; que par conséquent, si l'une d'elles est supposée fixe, il suffira que l'autre varie d'un seul millimètre pour faire subir au rapport un changement considérable. Prenons, par exemple, deux crânes sur lesquels la ligne NS soit de 50 millimètres, ce qui est une mesure très-ordinaire ; toutes les fois que la ligne *nn* croîtra ou décroîtra de 1 millimètre, l'indice nasal croîtra ou décroîtra de 2 pour 100, c'est-à-dire de deux unités. Si l'on compare ces différences à celles que les changements de 1 millimètre sur le diamètre transversal du crâne font subir à l'indice céphalique, on trouve que celles-ci sont trois ou quatre fois moindres ; c'est parce que le diamètre longitudinal du crâne, qui constitue le dénominateur de l'indice céphalique, est trois ou quatre fois plus grand que la ligne NS. En d'autres termes, pour faire varier au même degré les deux indices, il faut, toutes choses égales d'ailleurs, que le diamètre transversal du crâne croisse de 3 à 4 millimètres lorsque la ligne *nn* ne croît que d'un seul millimètre. Il semble au premier abord que, tout étant proportionnel, ces différences millimétriques soient équivalentes. Il semble, en d'autres termes, que, lorsqu'on augmente *nn* de 1 millimètre, pour porter l'indice nasal de 50 à 52 pour 100, ce soit la même chose que si on augmentait le diamètre transversal de 3 à 4 millimètres, pour porter de 80 à 82 pour 100 l'indice céphalique d'un crâne. Dans les deux cas, en effet, les deux indices s'accroissent de la même quantité numérique, c'est-à-dire de 2 pour 100. Mais, dans toute comparaison, il faut tenir compte de tous les éléments. Or 2 pour 100 sur un indice de 50 pour 100 constituent un accroissement d'un vingt-cinquième de la valeur de l'indice, tandis que sur un indice de 80 pour 100 ils ne constituent qu'un quarantième de cette valeur. Par conséquent, en dépit des apparences, le millimètre ajouté au numérateur de l'indice nasal fait subir à cet indice un accroissement relatif beaucoup plus grand que les 3 ou 4 millimètres qu'on ajouterait au dénominateur de l'indice céphalique.

Ainsi, quand même les conditions morphologiques de la boîte crânienne et celles de la région nasale seraient de même valeur,

on pourrait déjà s'attendre à voir l'indice nasal présenter plus de tendance à la variation que l'indice céphalique.

Mais on remarquera en outre que la boîte crânienne, quelque variable qu'elle soit, est, de sa nature, beaucoup plus fixe que l'ouverture nasale; elle est close de toutes parts; les os qui la composent sont solidaires; ils se touchent partout par leurs bords; l'un d'eux ne peut s'étendre au-delà de ses limites sans être arrêté ou gêné par ses voisins; de sorte que les caprices de l'ossification, qui produisent les variations individuelles, trouvent partout des obstacles. Ce qui donc fait varier la forme du crâne (abstraction faite des cas pathologiques ou des actions mécaniques), ce sont bien moins les conditions locales et partielles de l'accroissement des os que les conditions d'ensemble qui régissent le développement général de l'encéphale et de la boîte crânienne. Les modifications de la forme du crâne qui font varier l'indice céphalique ont donc une grande valeur, puisqu'elles échappent, en grande partie du moins, aux accidents locaux et d'ailleurs très fréquents de l'accroissement des pièces osseuses.

L'ouverture nasale, au contraire n'a rien qui puisse la protéger contre l'expansion des pièces osseuses qui l'entourent. En haut, sous l'os frontal et au niveau des orbites, l'écartement des apophyses montantes des os maxillaires est maintenu jusqu'à un certain point par les os propres du nez; mais ceux-ci, étant fort minces, étant d'ailleurs libres par un de leurs bords, et pouvant dès lors se relever ou s'incliner aisément, n'opposent pas une résistance sérieuse à la croissance des os voisins. Au-dessous d'eux, l'espace qui sépare les bords des narines osseuses est entièrement libre; ces bords, amincis et presque tranchants, peuvent donc s'accroître sans aucun obstacle; rien ne modère leur développement, qui ne relève, en quelque sorte, que de lui-même; de sorte que les aberrations individuelles ont toute facilité pour se produire. Aussi remarque-t-on que l'ouverture des narines antérieures est souvent très asymétrique. Et si l'on songe au peu d'ampleur de cette ouverture, si l'on considère que 1 ou 2 millimètres de plus ou de moins sur chacun de ses bords suffisent pour en altérer considérablement la forme, on pourra aisément prévoir que l'indice nasal doit être beaucoup

plus sujet à varier, dans la même race, que l'indice céphalique avec lequel nous le comparons. Ainsi, tandis que l'indice céphalique, dans une race pure, ne dépasse pas en général un écart de 10 pour 100, représentant environ le huitième de sa valeur moyenne, l'indice nasal peut, dans des conditions tout aussi favorables, donner des oscillations de 15 à 20 pour 100, s'élevant au tiers de sa valeur moyenne. Dans les races croisées, l'écart de l'indice nasal peut aller beaucoup plus loin encore et s'élever jusqu'à près de 30 pour 100. Mais je dois ajouter que, dans l'un et l'autre cas, la grande amplitude des oscillations de cet indice dépend souvent d'un ou deux individus exceptionnels et très éloignés des autres.

Les remarques qui précèdent montrent que l'indice nasal est plus sujet à varier que l'indice céphalique, et si celui-ci est déjà reconnu trop variable pour constituer à lui seul la caractéristique d'un crâne, à plus forte raison ne devons-nous pas nous flatter de trouver dans l'indice nasal un caractère décisif. Il n'en est pas moins vrai cependant que l'ouverture nasale, placée au centre de la région faciale, entre les orbites, les arcades dentaires et les fosses canines, est sous la dépendance de toutes les conditions qui modifient l'évolution des diverses parties de la face. La plupart des variations morphologiques qui résultent du développement relatif de ces parties viennent aboutir à la région nasale et s'y empreindre en quelque sorte. Il y a lieu de croire par conséquent qu'une constitution particulière de cette région doit faire partie du cortége de caractères qui constituent les types ethniques; et que, si l'on pouvait faire abstraction des écarts considérables imputables aux variations individuelles, on pourrait tirer de l'étude de l'indice nasal d'utiles éléments de comparaison. Pour atteindre ce but, il suffit de recourir à la méthode des moyennes, qui, appliquée à des séries suffisamment nombreuses, donne des résultats certains, et qui, même sur les séries peu étendues, fait presque toujours disparaître, par compensation, les aberrations individuelles. En procédant de la sorte, j'ai pu obtenir des résultats qui me paraissent dignes de quelque attention, quoiqu'ils soient encore bien incomplets. Partant de cette idée que les races noires ont en général le nez épaté, tandis que les races blanches ont en général le nez plus étroit par rap-

RACES BLANCHES.

	Largeur maxima des narines (ligne *nn*).			Distance de la racine du nez à l'épine nasale (ligne *NS*).			Indice nasal ou $\frac{100\ nn}{NS}$			Indices céphaliq. moyen.	Nombre de crânes.
	Max.	Min.	Moyen.	Max.	Min.	Moyen.	Max.	Min.	Moyen.		
Mérovingiens (septième siècle)...........	29 28	19.5 20	23.76	60.5 59	40 40	48.61	61.90 60.22	37.95 39.64	48.87	76.36	81
Parisiens de la Cité (douzième siècle).....	28.5 28	20 20	23.46	57 55.5	40 41	48.62	60.87 60.00	40.00 40.74	48.25	79.18	77
Parisiens modernes (cimetière de l'Ouest)	29 28	19 20	23.53	58 58	42 42.5	50.26	58.33 58.13	37.50 39.47	46.81	79.44	122
Basques français (Saint-Jean-de-Luz).....	27 27	20 20	23.15	57 55	40 43	49.46	56.82 54.00	36.84 39.20	46.80	80.25	53
Basques espagnols (de Zaraus)...........	26 25	18 19	22.25	56 55	41 42	49.76	56.82 55.92	38.00 38.46	44.71	77.62	53
Guanches (Canaries).....................	26 24.5	20 21	22.97	60 57	45 44	51.91	49.00 48.98	36.66 36.84	44.25	75.82	17

RACES NOIRES.

	Largeur maxima des narines (ligne *nn*).			Distance de la racine du nez à l'épine nasale (ligne *NS*).			Indice nasal ou $\frac{100\ nn}{NS}$			Indices céphaliq. moyen.	Nombre de crânes.
	Max.	Min.	Moyen.	Max.	Min.	Moyen.	Max.	Min.	Moyen.		
Hottentots et Boschimans...............	31 31	21 23	26.09	53 53	36 38	44.69	72.22 72.08	47.17 50.89	58.38	72.42	16
Nègres de l'Afrique occidentale..........	30 30	22 23	26.26	55 55	41 41	47.93	65.11 63.83	43.13 43.86	54.78	73.40	83
Cafres..................................	29.5 29	23.5 25	27.05	52 52	44 45	49.19	64.44 63.63	48.07 50.00	54.99	72.54	18
Madagascar..............................	29.5 28.5	24 24.5	26.66	54 52	41 42	48.96	67.04 60.97	44.44 48.03	54.46	76.89	15
Nubiens de l'île d'Éléphantine...........	29 27	21 23	25.50	53 52	39 41	46.22	65.85 64.28	45.65 46.00	55.17	73.72	22
Australiens.............................	28 27	21 22	25.25	53 52	41 42	47.29	62.22 56.82	42.30 50.00	53.39	71.93	14
Tasmaniens..............................	31 29	25 24	27.25	59 50	40 43	47.88	63.26 62.79	42.37 55.32	56.92	76.01	8
Néo-Calédoniens du Muséum..............	30 29	20 21	24.84	54 54	42 42	48.91	65.21 64.28	37.73 42.00	50.78	72.52	48

port à sa largeur, j'avais limité mes premières recherches, dont je vous donne aujourd'hui communication, au parallèle de ces deux groupes de races. J'avais négligé les races jaunes, rouges, ou brunes, que je me propose d'étudier prochainement sous ce rapport. Les faits déjà consignés sur mes registres me font supposer que l'indice nasal pourra fournir des résultats plus généraux que ceux qui vont suivre ; mais pour le moment je me borne à énoncer et à démontrer cette proposition : que l'indice nasal est en général beaucoup plus grand dans les races noires que dans les races blanches.

Il suffira, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur le tableau précédant :

A côté de la colonne où sont inscrites les moyennes de chacune des deux lignes NS et *nn*, moyennes exprimées en millimètres et centièmes de millimètres, se trouvent deux autres colonnes où sont inscrits les deux maxima et les deux minima observés dans chaque série. Ces dernières mesures sont exprimées en millimètres et demi-millimètres. Il m'a paru en effet que, pour étudier des lignes aussi courtes, il ne suffisait pas de les mesurer à 1 millimètre près, comme on le fait par exemple pour les diamètres crâniens, et qu'il était nécessaire de pousser plus loin l'approximation. Le compas à pointes parallèles, qui est connu sous le nom de *glissière*, et que j'emploie constamment dans les mensurations de la face, permet de mesurer aisément les demi-millimètres. Les mesures sont donc prises à un demi-millimètre près. Je ne marque la fraction que lorsque la mesure tombe à peu près exactement sur le demi-millimètre ; si elle tombe en deçà ou au delà, je marque le nombre entier le plus rapproché. On ne s'étonnera pas, dès lors, du petit nombre des mesures fractionnaires portées au tableau.

S'il m'a paru utile de donner pour chaque mesure deux maxima et deux minima, au lieu d'un seul, c'est parce que l'on peut ainsi se mettre en garde contre des erreurs d'appréciation d'autant plus faciles, que la région nasale est une des plus exposées aux caprices des variations individuelles. Par exemple, on peut voir que la série des Tasmaniens est celle où la moyenne de l'indice nasal est la plus forte. Elle s'élève à 56.92. Il se trouve cependant que, sur un des crânes de cette série, l'indice nasal

n'est que de 42.37. On pourrait donc être tenté de croire, d'après cela, que l'indice nasal n'a qu'une faible valeur anthropologique. Mais, si l'on considère que le second minimum de la même série est de 55.32, on est autorisé à considérer le premier minimum comme constituant une exception, et presque une anomalie par rapport aux autres individus de même race. Lorsque, au contraire, les deux minima ou les deux maxima sont égaux ou très-voisins de l'égalité, on peut considérer comme probable qu'ils ne sont pas dus à une déviation du type. Je pense que ce procédé des doubles limites est toujours instructif; mais il me paraît utile surtout dans le cas actuel, où, comme je l'ai déjà dit, les écarts individuels se produisent plus aisément que partout ailleurs.

Enfin, j'ai trouvé quelque avantage à inscrire dans une dernière colonne les indices céphaliques moyens des différentes séries. On pourra ainsi apprécier la valeur relative de l'indice nasal.

Quoique quelques-unes des séries que j'ai étudiées soient malheureusement très restreintes, il me semble difficile de méconnaître l'intérêt des résultats consignés sur ce tableau. Si l'on veut bien d'abord ne considérer que les moyennes, on verra que, dans toutes les races blanches, l'indice nasal est plus petit que dans les races noires. C'est à peu près l'inverse du résultat que donne l'étude des indices céphaliques; ceux-ci sont, au contraire, plus grands dans le groupe des races blanches, et il n'est pas inutile de faire remarquer que la largeur relative du nez n'est nullement en rapport avec la largeur relative du crâne, puisque ce sont précisément les races les plus dolichocéphales qui ont en général l'indice nasal le plus grand. Cela prouve que l'évolution de la face et celle du crâne, quoique associées à beaucoup d'égards, sont régies cependant par des causes bien distinctes; et cela diminue peut-être la confiance que méritent les assertions de quelques craniologistes, qui, d'après l'examen d'un os de la face, se flattent de deviner si le crâne est brachycéphale ou dolichocéphale.

On peut remarquer en outre que l'indice nasal fournit, dans le parallèle des races que je compare, des données plus significatives peut-être que celles de l'indice céphalique lui-même. On

trouve en effet, dans le groupe des races blanches, une série, celle des Guanches, dont l'indice céphalique (75.02) descend au dessous de celui des Tasmaniens (76.01). Le classement par les indices céphaliques serait donc ici moins conforme à la nature que le classement par l'indice nasal.

Le fait que certaines races noires et même laineuses sont moins dolichocéphales que certaines races blanches est déjà bien connu; et ce n'est pas le moindre argument que l'on ait invoqué contre la classification dichotomique de Retzius.

Une dichotomie basée sur l'indice nasal échapperait en partie à cette objection ; je suis loin cependant de proposer une pareille division, car plus j'ai multiplié mes recherches craniologiques, et plus je me suis convaincu que la comparaison des races ne peut fournir aucun caractère absolument décisif. C'est par l'ensemble de tous les caractères que s'établissent les analogies et les distinctions des races; et ce n'est pas parce qu'un certain caractère variera que les affinités naturelles d'un groupe devront être méconnues. Il n'en est pas moins utile de chercher si, à défaut d'un caractère fixe, on ne pourrait pas tirer des données plus certaines de la combinaison de deux caractères. Et, par exemple, puisque nous avons reconnu que l'indice céphalique et l'indice nasal varient très-souvent en sens inverse, il est permis de penser que, si une race s'écarte de son type par le premier de ces indices, elle pourra encore s'y rattacher par le second. Tels sont les Tasmaniens, dont je viens de parler. Leur indice céphalique les range parmi les sous-dolichocéphales, les retire par conséquent du groupe dolichocéphale auquel appartiennent généralement les races noires, et particulièrement les races laineuses. Mais leur indice nasal, qui s'élève plus haut même que celui des nègres d'Afrique, corrige en quelque sorte cette anomalie, et les maintient à leur rang dans la série des races humaines.

J'ai dit que l'indice nasal moyen était plus grand dans les races noires que dans les races blanches; je n'ai pas encore trouvé d'exception à cette règle, mais je ne prétends pas qu'il n'y en ait point, et je suppose même qu'on en trouvera, car le peu d'espace qui existe entre la série des Mérovingiens (indice nasal, 48.87) et celle des Néo-Calédoniens (50.78) ne semble pas

impossible à franchir; et alors même qu'aucune race noire ne descendrait au-dessous des Néo-Calédoniens, qu'aucune race blanche ne monterait plus haut que les Mérovingiens, ce n'est pas une différence de 2 pour 100 dans la valeur de l'indice nasal qui pourrait être considérée comme correspondant à la différence réelle des groupes.

Je rappellerai toutefois que de nombreuses données tendent à établir que la population de la Nouvelle-Calédonie n'est pas pure, que le sang mélanésien y prédomine incontestablement, mais que des immigrations fréquentes, datant de moins d'un siècle, y ont introduit, principalement dans l'Est et dans le Sud, une race étrangère venue des îles Loyalty. D'un autre côté, on sait que les îles Loyalty, placées à l'est de la Nouvelle-Calédonie, et peu distantes des limites de la Polynésie, ont reçu de nombreux immigrants de race polynésienne. L'important travail de M. Bourgarel, publié dans les *Mémoires de la Société d'anthropologie* (1) et les communications de M. de Rochas (2) ont prouvé que la partie de la population néo-calédonienne qui n'est pas purement mélanésienne présente des caractères de coloration et de conformation crânienne qui sont intermédiaires entre ceux du type mélanésien et ceux du type polynésien. Et, dans le fait, l'indice nasal des Néo-Calédoniens nous donne des oscillations tellement étendues (minimum, 37.73; maximum, 65.21), qu'il est difficile de les expliquer autrement que par un mélange de races. Or l'indice nasal des Polynésiens, d'après les résultats encore incomplets que j'ai trouvés sur mon registre, me paraît être compris entre 49 et 50, et notablement inférieur par conséquent à celui des races noires. On conçoit donc que le mélange des Néo-Calédoniens primitifs avec les Polynésiens ait eu la double conséquence d'agrandir l'amplitude des oscillations de l'indice nasal et de faire descendre la moyenne de cet indice.

Parmi les races d'Europe, c'est la série des crânes mérovingiens qui donne la moyenne la plus élevée, et c'est aussi celle qui donne l'oscillation la plus étendue. Je ne suis pas en mesure

1. Ad Bourgarel, *Des races de l'Océanie française et de celles de la Nouvelle-Calédonie en particulier* (*Mém. de la Soc. d'anthrop.*, t. I, p. 250, 291, et t. II, p. 375 à 416. Voir surtout t. I, p. 253 et suiv.).

2. Voir de Rochas, *Sur les Néo-Calédoniens* (*Bulletins de la Soc. d'anthropologie*, 1re série, t. I, p. 393. 1860).

de fournir l'explication de ce fait. Il faut croire que les Francs, dont l'indice *céphalique* varie de 68.94 à 88.95, étaient issus du mélange de plusieurs races, et que l'une de ces races avait l'indice nasal supérieur à celui des Gaulois. Ce qui est certain, c'est que, dans le mélange de races qui suivit la conquête franque, l'indice nasal des vainqueurs subit une diminution notable. J'ai dit ailleurs (1) que les crânes déposés dans le musée de la Société d'anthropologie sous le nom de *crânes de la Cité* provenaient d'un caveau voûté et scellé qui était déjà couvert de maisons au temps de Philippe-Auguste, et j'ai montré que cet ossuaire, annexé à l'ancienne église de Saint-Barthélemy, voisine du palais des rois mérovingiens, renfermait les ossements de la caste aristocratique. La série des crânes de la Cité nous montre ce qu'étaient devenus les caractères craniologiques des seigneurs francs quelques siècles après la conquête. Le sang gaulois tendait déjà à recouvrir sa prééminence ; l'indice nasal moyen était descendu de 48.87 à 48. 25, et les oscillations de l'indice ne s'étendaient plus que de 40 à 60 pour 100. Dans les siècles qui ont suivi, l'indice a continué à décroître, il n'est plus aujourd'hui que de 46.81, et le maximum observé sur les cent vingt-deux crânes de la série du cimetière de l'Ouest (dix-neuvième siècle) ne dépasse pas 58.33 pour 100. Cette moyenne de 46.81 observée sur les Parisiens du commencement de ce siècle diffère à peine de celles que fournissent les anciennes séries de l'époque gauloise, si je puis du moins m'en rapporter aux observations trop peu nombreuses que je trouve dans mes registres ; et en remontant plus haut encore, jusqu'à l'époque du mammouth, je vois que les deux crânes de Cro-Magnon, près les Eyzies (Dordogne), donnent encore en moyenne un indice nasal de 47 pour 100.

En somme, l'indice nasal des Français modernes ne diffère pas sensiblement de celui que présentaient nos ancêtres gaulois et ceux des temps préhistoriques. Malgré la superposition des couches ethniques, ce caractère a fort peu varié ; on ne saurait en conclure que toutes les races brachycéphales ou dolichocéphales qui se sont implantées sur notre sol eussent le même in-

1. Voir *Bulletins de la Soc. d'anthropologie*, 1[re] série, t. III, p. 108. 1862. Voir aussi t. II, p. 501 et dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 352.

dice nasal ; nous savons, au contraire, que les Francs, ou du moins l'une des races dont ils étaient issus, avaient cet indice beaucoup plus grand que le nôtre. Mais ce qui s'est passé après la conquête franque s'est produit sans doute à la suite des autres mouvements ethniques qui ont pu se succéder dans les temps préhistoriques ; le sang indigène a fini par prédominer dans le mélange, et l'ancien type a reparu. Il est digne de remarque toutefois que les autres caractères céphaliques ne se sont pas maintenus avec la même persistance, et l'on peut se demander si l'indice nasal n'aurait pas le privilége de résister mieux que beaucoup d'autres caractères à l'influence des croisements.

RECHERCHES SUR L'INDICE NASAL

(*Revue d'anthropologie*. T. I, 1872, p. 1-35.)

I. REMARQUES GÉNÉRALES SUR L'INDICE NASAL.

L'indice nasal est le rapport centésimal de la largeur de la région nasale à sa longueur.

Personne n'ignore que l'étude des proportions et de la forme du nez fournit l'un des principaux traits distinctifs des races humaines. Cet organe se compose de deux parties : l'une supérieure, soutenue par les os propres du nez ; l'autre inférieure, soutenue par de simples cartilages. La forme de la partie supérieure est déterminée exclusivement par la disposition du squelette ; mais celle de la partie inférieure dépend en outre du degré d'ampleur et du degré de fermeté des cartilages du nez ; elle est donc sujette à de grandes variations, et celles-ci étant les résultantes de causes multiples et très diverses, se prêtent difficilement à un étude rigoureuse. Il importe donc de simplifier le problème en le décomposant, et le meilleur moyen d'en préparer la solution consiste à déterminer d'abord sur le squelette la forme et les dimensions des parties qui limitent la région nasale.

Si l'on enlève non-seulement les parties molles, mais encore les os propres du nez, on observe, sur le milieu de la face, une ouverture toujours plus longue que large, formée en haut par l'os frontal, en bas et sur les côtés par les deux os maxillaires supérieurs. C'est cette ouverture qui circonscrit la région nasale ; c'est sur ses bords que se fixent les pièces osseuses ou cartilagineuses de la charpente du nez, et ils forment en quelque sorte les assises sur lesquelles repose l'édifice. On conçoit dès lors que les caractères morphologiques du nez doivent dépendre avant tout de la forme et des dimensions de l'ouverture nasale.

Parmi ces caractères, le plus important à mes yeux, celui qui

impose au nez sa forme générale, c'est le rapport de la largeur de cet organe à sa longueur, c'est-à-dire l'*indice nasal.* D'autres caractères résultent de la longueur et de la largeur relatives de la partie supérieure, occupée par les os nasaux, et de la partie inférieure, qui, sur le vivant, est masquée par les chairs et qui, sur le squelette, constitue l'ouverture des narines antérieures; mais ces caractères, dont je reconnais toute la valeur et que je me propose d'étudier dans un autre travail, ne sont pourtant que secondaires, tandis que l'indice nasal, dont je m'occuperai exclusivement dans ce mémoire, fait connaître la constitution fondamentale de toute la région du nez.

Si l'on désigne la longueur de la région nasale sous le nom de NS et sa largeur sous le nom de *nn*, l'indice nasal sera exprimé par la fraction $100 \times \frac{nn}{NS}$.

Quelques mots d'abord sur la détermination des deux lignes dont le rapport donne l'indice nasal. Elles doivent répondre à la plus grande longueur et à la plus grande largeur de la région du nez.

La longueur se mesure sur la ligne médiane; c'est la distance comprise entre la *racine du nez* et l'*épine nasale.* La racine du nez est la suture transversale qui unit l'os frontal avec les os nasaux. En nommant N le point médian de cette suture, je ne fais que me conformer à un usage déjà admis; l'épine nasale peut de même être appelée S, (initiale de *spina*); la ligne longitudinale du nez peut donc par abréviation être nommée NS.

La détermination du point N ne peut donner lieu à aucune incertitude, mais celle du point S demande quelque attention. Rien ne varie en effet comme la forme, le volume et la direction de l'épine nasale. Le sommet de cette épine correspond souvent d'une manière exacte au bord inférieur de l'ouverture des narines antérieures, et c'est alors sur ce sommet qu'il faut placer la pointe du compas. Mais l'épine nasale présente fréquemment une direction ascendante; son sommet peut remonter à plusieurs millimètres au-dessus du bord inférieur des narines, et si l'on y posait le compas, on diminuerait d'autant la longueur de la ligne NS. Dans les cas de ce genre, le compas doit être appliqué sur l'un des côtés du bord antérieur de l'épine, au niveau de sa

base, et le plus près possible de la ligne médiane, afin d'éviter de donner à NS une obliquité qui lui donnerait trop de longueur. D'autres fois, l'épine nasale, au lieu d'être ascendante, est horizontale, mais elle est très-longue ; son sommet peut s'avancer jusqu'à 8 ou 10 millimètres en avant de l'ouverture des narines, et si la ligne NS venait y aboutir, elle deviendrait tellement oblique, qu'elle pourrait s'accroître de 2 ou 3 millimètres ; on doit donc alors placer le point S sur le bord supérieur de l'épine nasale et au niveau de sa base.

Ces détails peuvent paraître minutieux ; mais on remarquera que la ligne qu'il s'agit de mesurer n'a ordinairement que 5 centimètres de longueur, qu'elle est quelquefois réduite à 4 centimètres, et que sur une mesure aussi courte la plus petite erreur, fût-elle d'un seul millimètre, pourrait faire subir à l'indice nasal un changement très-notable.

La mensuration de la largeur de la région nasale, que j'appelle la ligne *nn*, n'exige pas moins d'attention. Elle n'est pas déterminée par des points de repère fixes ; ce que l'on cherche, c'est le point où une ligne horizontale, menée d'un bord à l'autre de l'ouverture nasale, atteint son maximum de longueur. Le niveau de ce point est assez variable. Chez l'adulte, lorsque l'ouverture des narines antérieures est régulière et symétrique, il est situé ordinairement vers le milieu de la hauteur de cette ouverture, et correspond à peu près à la petite crête horizontale qui, sur la paroi externe des fosses nasales, donne insertion au cornet inférieur ; mais chez les très-jeunes enfants il est situé plus bas, et presque sur le plancher des fosses nasales. Il est bon de remarquer d'ailleurs que l'ouverture des narines antérieures est souvent asymétrique : l'un de ses bords peut empiéter irrégulièrement sur l'aire nasale, soit en haut, soit en bas ; il faut donc tâtonner quelque peu pour trouver le maximum *nn*.

Le choix de l'instrument de mensuration n'est pas indifférent. Les branches du compas d'épaisseur généralement usité dans la crâniométrie se terminent en une extrémité arrondie qui ne peut s'appliquer rigoureusement sur les points de repère. On sait que cet instrument ne mesure les diamètres de la tête qu'à 1 millimètre près, approximation parfaitement suffisante, puisque ces diamètres ont de 10 à 20 centimètres de longueur. Mais une

approximation plus grande est nécessaire ici, puisque les lignes qu'on veut mesurer et comparer sont beaucoup plus courtes. Lorsque NS n'est que de 40 millimètres, et que *nn* n'est que de 20 millimètres, une erreur de 1 millimètre sur chacune de ces lignes peut faire varier l'indice nasal de près de quatre unités. Il faut donc choisir un instrument qui rende l'erreur d'un millimètre impossible, et qui permette même de mesurer les demi millimètres. Je me sers à cet effet du *compas à glissière*, (fig. 11) dont les branches parallèles se terminent en pointe aigüe. On lit très aisément et très-rapidement les demi-millimètres sur l'échelle de la branche mâle. On pourrait, à l'aide d'un vernier, compter les dixièmes de millimètre, mais ce n'est pas nécessaire. L'approximation du demi-millimètre est très-suffisante. Cet instrument est celui que j'emploie pour toutes les mesures de la face et aussi pour la mensuration du trou occipital.

COMPAS-GLISSIÈRE POUR LES MESURES FACIALES.

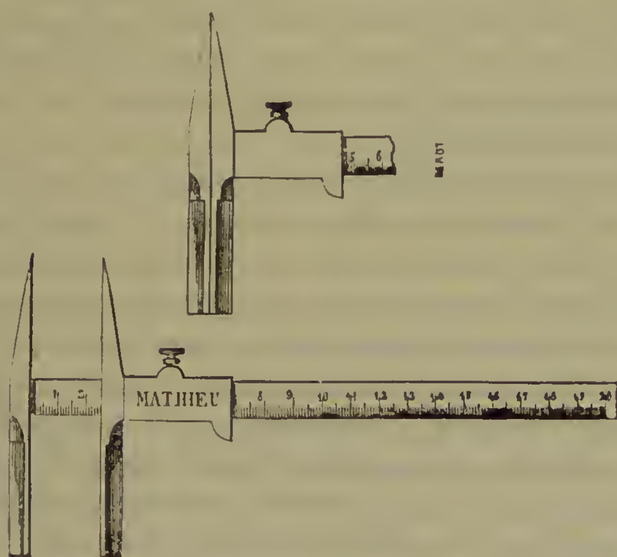


Fig. 11.

Avant d'exposer les résultats de mes études sur l'indice nasal je demanderai la permission de présenter quelques remarques sur les conditions qui sont de nature à confirmer ou à infirmer la valeur de ce caractère. Je dirai tout d'abord qu'il n'a à mes yeux presque aucune valeur au point de vue zoologique. Les modifi-

cations qu'il présente dans la série humaine n'ont d'intérêt que par rapport à l'homme lui-même, et les considérations qui en découlent ne sont nullement applicables aux autres familles de l'ordre des primates. Dans les races humaines, l'accroissement de l'indice nasal constitue presque toujours un caractère d'infériorité ; cela pourrait faire croire que la largeur relative de la région nasale doit être plus grande chez les singes que chez l'homme. Il n'en est rien cependant, et, s'il est vrai de dire que l'indice nasal des jeunes anthropoïdes se rapproche quelque peu des proportions humaines, il faut ajouter aussitôt que chez les anthropoïdes adultes l'indice nasal devient plus petit, et même beaucoup plus petit, que celui de l'homme. C'est parce que l'énorme développement des orbites resserre considérablement la racine du nez, en même temps que l'allongement et la proclivité de la face rendent la ligne NS plus longue et plus oblique. L'ouverture des narines antérieures, étant située au-dessous du niveau des orbites, échappe en partie à cette déformation de la région nasale, et peut dès lors fournir des termes de comparaison applicables à l'étude de la série humaine ; mais la région nasale dans son ensemble, celle que fait connaître l'indice nasal, ne saurait se prêter à de pareils rapprochements.

Ne considérant donc l'indice nasal que dans les races humaines, je dirai qu'il constitue un caractère anthropologique d'une incontestable valeur, à condition toutefois qu'on veuille bien l'étudier par la méthode des moyennes, et sur des séries de quelque étendue ; car, autant sont significatives les moyennes des diverses races, autant peuvent être trompeurs les chiffres individuels. Tous les caractères, on le sait aujourd'hui, sont sujets à présenter d'assez grandes oscillations dans les races les plus pures, et à plus forte raison dans les races croisées. Mais l'indice nasal est particulièrement exposé aux chances des variations individuelles. Si on le compare, par exemple, à l'indice céphalique, on trouve que ce dernier, sans échapper entièrement à l'influence des accidents locaux de l'ossification, dépend surtout du développement général du crâne et de l'encéphale. Tous les os du crâne sont plus ou moins solidaires ; ils se limitent et se modèrent réciproquement. Si l'un d'eux éprouve un léger retard dans son accroissement marginal, le vide est

bientôt comblé par le bord de l'os voisin, et si celui-ci ne fournit pas le supplément d'ossification nécessaire, la boîte crânienne n'est pas déformée pour cela : la forme est maintenue par l'encéphale subjacent, un os ou plusieurs os complémentaires se développent dans la suture, et le désordre de l'ossification est ainsi réparé. De même, lorsque le travail de croissance d'un os crânien se trouve exagéré sur un point, cet excès de développement est aussitôt réprimé par la résistance de l'os voisin, et si, malgré tout, le premier gagne quelques millimètres au détriment du second, il en résulte une légère déviation de la suture, mais la conformation générale du crâne n'est pas notablement altérée. Par conséquent, abstraction faite des faits pathologiques, l'indice céphalique n'éprouve que peu de modifications par suite des perturbations locales de la croissance, imputables aux causes qui produisent les variations individuelles.

Tout autres sont les conditions qui président au développement de la région nasale. Ici, les obstacles qui s'opposent à la déviation du type sont beaucoup moins efficaces. L'arcade dentaire inférieure, qui seule peut arrêter la croissance exagérée du maxiliaire supérieur dans le sens vertical, ne fournit pas une résistance fixe; et, lorsque l'ossification est en excès sur les bords amincis et presque tranchants de l'ouverture des narines, rien ne modère cet accroissement transversal exagéré. Si l'on songe maintenant que ces bords ne peuvent gagner ou perdre un seul millimètre sans que l'indice nasal soit considérablement modifié, on comprendra aisément pourquoi la forme de la région nasale est bien plus sujette que la forme générale du crâne aux caprices des variations individuelles. A cette cause intrinsèque des déformations de l'ouverture nasale, il faut ajouter encore toutes celles qui modifient le développement des parties latérales de la face. Toutes les irrégularités de l'accroissement de ces parties viennent y aboutir. Par exemple, si la région sous-orbitaire s'accroît outre mesure, il en résulte une poussée qui tend à refouler toutes les parties environnantes en proportion inverse de leur résistance. En haut, en dehors, en bas, cette poussée est arrêtée ou modérée par la résistance du squelette, tandis que, du côté interne, les bords de l'ouverture nasale cèdent facilement; le vide qu'ils interceptent fournit la place qui manque, et

l'indice nasal est diminué. Si au contraire la croissance des parties latérales de la face est insuffisante, l'ouverture médiane s'élargit, et l'indice nasal est augmenté.

L'indice nasal est donc exposé, plus que la plupart des autres caractères, à subir les conséquences des accidents de croissance qui produisent les variations individuelles. Dès lors, on doit s'attendre à le voir fréquemment osciller bien loin du chiffre moyen qui caractérise respectivement les types ethniques, et il semble au premier abord que des écarts aussi grands soient de nature à diminuer considérablement la valeur de ce caractère. Mais, s'il arrivait cependant que, malgré cette cause perturbatrice, l'indice nasal moyen fût constant dans la même race, et qu'il présentât dans les diverses races une répartition conforme aux groupes naturels, il serait permis d'en conclure au contraire qu'il exprime un caractère typique d'une grande importance. C'est ce que montreront, je l'espère, les résultats que j'ai déjà communiqués sommairement à la Société d'anthropologie dans la séance du 4 janvier 1872 et dans ce volume, page 290, et que je publie plus amplement aujourd'hui.

II. L'INDICE NASAL AUX DIVERS AGES.

Avant d'étudier l'indice nasal chez l'adulte, il est nécessaire de l'étudier pendant les périodes de la formation et de l'accroissement de l'embryon, du fœtus et de l'enfant.

Dès que les contours de la face sont dessinés, et que les premiers points de l'ossification des os incisifs et sus-maxillaires ont paru, l'ouverture nasale, comprise entre les orbites, le bord alvéolaire et la base du front, se présente sous la forme d'un espace presque arrondi. La ligne *nn* paraît à peu près égale à la ligne NS, mais elles sont trop courtes l'une et l'autre pour qu'on puisse les mesurer et les comparer rigoureusement, et d'ailleurs le peu de consistance du squelette rend leurs limites trop incertaines. A partir de la dixième semaine, les bords de l'ouverture nasale sont assez fermes pour se prêter à la mensuration. On peut constater alors que les deux lignes nasales sont entre elles à peu près comme 3 est à 4. Puis, dans les mois suivants, on voit l'ouverture grandir en tous sens, mais en longueur plus

qu'en largeur, de sorte que l'indice nasal décroît progressivement jusqu'à la naissance. Enfin, la même évolution continue à s'effectuer pendant toute la durée de l'enfance, et, peu d'années après la fin de la seconde dentition, l'indice nasal descend au chiffre qu'il présente chez les adultes.

Ces conclusions reposent sur des observations dont j'ai consigné le relevé dans le tableau qui suit. J'aurais voulu pouvoir grouper un plus grand nombre de faits; mais ceux que j'ai mis en œuvre, quoique très-insuffisants pour certains groupes, ont cependant dans leur ensemble une signification qu'on ne peut méconnaître. J'ai utilisé dans ces recherches, outre les pièces de mon laboratoire, celles du musée Orfila et de la galerie du Muséum, enfin celles de la riche collection de M. Tramont, préparateur d'ostéologie et d'histoire naturelle, rue de l'École-de-médecine. La série des 122 adultes qui termine le tableau est celle des Parisiens modernes du cimetière de l'Ouest (musée de la Société d'anthropologie), et il n'est pas inutile d'ajouter que je n'ai fait figurer sur les séries d'enfants que les enfants de notre race. Il y a dans la galerie du Muséum un assez grand nombre de crânes d'enfants de races étrangères; je les ai exclus de mon tableau, parce que la race, comme on le verra bientôt, exerce une très-grande influence sur l'indice nasal.

La décroissance graduelle de l'indice nasal, depuis les premiers temps de l'ossification embryonnaire jusqu'à l'âge adulte, permet d'admettre que dans beaucoup de cas l'exagération de cet indice est la conséquence d'un arrêt de développement. Ainsi s'expliquent sans doute en grande partie les écarts considérables que l'indice nasal peut présenter dans une seule et même race. Et ceci nous conduit à un autre ordre d'idées.

On sait que plusieurs caractères que l'on observe dans l'âge adulte chez certaines races inférieures correspondent à des états qui, chez les races supérieures, ne sont que transitoires; on sait par exemple que, par la conformation générale de la face et du crâne et les proportions relatives des os des membres, les nègres diffèrent beaucoup moins des blancs dans la première enfance que dans l'adolescence, dans l'adolescence que dans l'âge adulte. Par conséquent, si l'indice nasal des races noires est reconnu plus grand que celui des races blanches, il sera peut-être permis

L'indice nasal aux diverses époques du développement et de la croissance.

	Nombres	Age.	Taille.	Ligne nn.			Ligne NS.			Indice nasal.		
				Maxima.	Minima.	Moyennes.	Maxima.	Minima.	Moyennes.	Maxima.	Minima.	Moyennes.
Embryons et fœtus.	6	2 1/2 à 3 mois.	5 à 8 cent.	3mm	1.25	**1.92**	4.5	1.50	**2.30**	89.60	66.66	**76.80**
	5	3 à 4 mois.	9 à 16	6	3	**4.33**	8	4	**5.60**	81.81	75.00	**77.68**
	21	4 à 5	17 à 22	7.5	5.5	**6.31**	11.5	7	**10.03**	78.57	50.00	**64.88**
	8	5 à 6	23 à 28	9	5	**7.30**	15	10	**11.90**	81.81	50.00	**63.01**
	23	6 à 8	29 à 40	13.25	9	**10.41**	21	14	**16.73**	73.33	54.28	**62.23**
	24	8 à 9 mois et fœtus à terme.	plus de 40 centimètres.	14	10	**12.02**	21	17	**19.33**	72.22	52.38	**62.18**
Enfants.	16	1 à 6 mois.	»	14	11	**12.30**	27	18	**21.09**	72.22	50.00	**59.26**
	5	6 mois à 1 an.	»	16	13	**14.40**	27	23	**24.20**	66.66	51.85	**59.38**
	4	1 à 3 ans.	»	17	16	**16.23**	35	24	**28.00**	66.66	45.71	**58.03**
	5	3 à 5	»	20	17	**18.60**	38	32	**34.30**	60.00	50.00	**54.07**
	10	5 à 8	»	21	18	**19.63**	41.5	33	**37.00**	63.63	50.61	**53.10**
	6	8 à 12.	»	23	19	**20.91**	44	39	**41.66**	52.56	48.10	**50.20**
Adultes.	122	»	»	29	19	**23.53**	58	42	**50.26**	56.82	37.50	**46.81**

d'en conclure que cette différence est due en tout ou en partie à une influence analogue.

III. L'INDICE NASAL CHEZ L'ADULTE.

L'indice nasal peut s'élever chez l'adulte jusqu'à 72 pour 100 et au delà ; il peut descendre jusqu'à 36 pour 100. En moyenne, dans toutes les races prises en bloc, il est d'environ 50 pour 100. La longueur moyenne de la ligne *nn* est de 25 millimètres, et celle de la ligne NS de 50 millimètres environ.

Jamais je n'ai vu la ligne *nn* descendre au-dessous de 18 millimètres ni monter au delà de 31 ; et les deux limites extrêmes de la ligne NS sont d'une part 36, et d'autre part 62 millimètres. Après avoir mesuré ces deux lignes sur plus de 1200 crânes d'adultes de toutes races, j'ai lieu de croire que les limites que je leur assigne ne doivent être que bien rarement dépassées et que, si elles le sont, elles ne peuvent l'être que d'une quantité minime. Mais je ne saurais en dire autant des limites dans lesquelles mes observations tendent à renfermer les oscillations de l'indice nasal ; car on conçoit à la rigueur que la plus petite ligne *nn* puisse coïncider avec le maximum de NS, et que l'indice nasal puisse ainsi descendre jusqu'à 29 ; et de même l'indice s'élèverait jusqu'à 83, si le minimum de NS coïncidait avec le maximum de *nn*. Je pense donc que l'on pourra trouver quelques cas où l'indice nasal sera plus grand que 72 ou plus petit que 36 ; mais ces cas seront certainement très-exceptionnels, et je pense ne pas m'écarter beaucoup de la vérité en évaluant à 36 pour 100 environ l'amplitude des oscillations de l'indice nasal, considéré dans toutes les races humaines.

On sait que l'indice céphalique, sur des crânes non déformés, peut descendre jusque vers 60 et monter jusque vers 95. Cet écart est donc numériquement égal à celui de l'indice nasal ; mais il est relativement beaucoup moindre, puisque l'indice nasal est, en moyenne, de 50 pour 100, tandis que l'indice céphalique est, en moyenne, supérieur à 75 pour 100. Les moyennes des deux indices sont donc entre elles comme 2 est à 3, et par conséquent, si l'écart de l'indice céphalique est représenté par 2, celui de l'indice nasal sera représenté par 3. Ce résultat confirme

les remarques que j'ai exposées plus haut relativement aux conditions ostéogéniques et morphologiques, qui opposent bien moins d'obstacles aux variations de l'indice nasal qu'à celles de l'indice céphalique.

Le sexe paraît n'exercer aucune influence sur l'indice nasal. Les deux lignes nasales de la femme sont en moyenne un peu plus courtes que celles de l'homme ; mais la différence est moindre toutefois qu'elle ne l'est relativement sur la plupart des autres dimensions du squelette. Pour apprécier cette différence, j'ai établi une décomposition par sexes dans la série des crânes parisiens du cimetière de l'Ouest, qui est la plus longue que j'aie étudiée. Sur les 125 crânes de cette série, 122 ont la face à peu près complète. En écartant ceux dont le sexe m'a paru douteux, j'ai constitué deux séries partielles de 41 femmes et de 63 hommes, et j'ai obtenu les résultats suivants :

	Ligne *nn*			Ligne NS.			Indice nasal
	Maxima.	Minima.	Moyennes.	Maxima.	Minima.	Moyennes.	moyen.
41 femmes.....	27	19		54	43		
	25	20	**22.82**	53	44	**48.75**	**46.81**
63 hommes....	29	20		58	42		
	23	20.5	**23.98**	58	46	**51.23**	**46.80**
Série des 122			**23.53**			**50.26**	**46.81**

La ligne *nn* de la femme est donc en moyenne inférieure à celle de l'homme de 1mm,16, et la ligne NS de 2mm,48. Et on remarquera qu'une différence de 1mm,16 sur une ligne d'environ 23 millimètres équivaut assez exactement à une différence de 2mm,48 sur une ligne d'environ 50 millimètres. On comprend ainsi pourquoi l'indice nasal se trouve le même dans les deux sexes, car une différence qui ne porte que sur une seule unité de la seconde décimale peut être considérée comme nulle. L'identité des résultats doit sans doute ici être attribuée au hasard; mais il est du moins permis de conclure de cet exemple que, dans notre race, le sexe n'exerce pas une influence appréciable sur l'indice nasal. Sur les séries moins étendues, la décomposition par sexes m'a donné des différences qui allaient quelquefois jusqu'à la première décimale, mais jamais au delà, et qui d'ailleurs étaient tantôt en faveur du sexe féminin, tantôt en faveur de l'autre.

La comparaison des maxima et des minima des lignes nasales n'offre que peu d'intérêt. Les limites de *nn* dans les deux sexes diffèrent dans le même sens que les moyennes et dans une proportion à peu près égale. Il n'en est pas tout à fait de même de la ligne NS, qui donne chez l'homme des maxima de 58 et chez la femme de 54 et de 53 seulement. Il se trouve, par anomalie sans aucun doute, que la plus courte ligne NS (42 millimètres) s'est présentée chez un homme ; mais ce qui prouve qu'il s'agit bien d'une anomalie, c'est que le second minimum des hommes (46) est supérieur au premier de 4 millimètres. Et je ferai remarquer à ce propos l'utilité des doubles séries de maxima et de minima ; elles permettent de distinguer les écarts qui sont dus aux oscillations ordinaires de ceux qui tiennent à une véritable aberration du type.

En somme ni la longueur absolue des lignes nasales ni l'indice nasal ne peuvent servir à établir la distinction des sexes.

Je me suis demandé si la chute des dents et l'atrophie des arcades alvéolaires, qui en est la conséquence, n'amenait pas à la longue quelque changement dans l'indice nasal, On sait que, sur les crânes édentés, la courbe de l'arcade dentaire se modifie sensiblement et se rétrécit beaucoup dans sa partie antérieure ; je supposais donc qu'il pouvait en résulter un certain degré de rétrécissement de l'ouverture des narines antérieures et une diminution de l'indice nasal; mais les observations que j'ai recueillies jusqu'ici, et qui, je le reconnais, ne sont pas encore assez nombreuses, n'ont pas confirmé cette idée.

Il m'a enfin paru nécessaire d'étudier les rapports qui peuvent exister dans la même race entre l'indice nasal et les divers degrés de la dolichocéphalie ou de la brachycéphalie. Toutes choses égales d'ailleurs, et abstration faite de l'influence ethnique, il y a une certaine relation entre la largeur de la face et celle du crâne ; les brachycéphales présentent en moyenne un plus grand développement transversal des diverses parties de la face ; on peut donc s'attendre à trouver chez eux l'indice nasal un peu plus grand. Pour m'en assurer, j'ai constitué dans la série des 122 crânes de l'Ouest deux groupes comprenant respectivement les 20 crânes les plus brachycéphales et les 20 crânes les plus dolichocéphales, et voici ce que j'ai trouvé :

	Nombres.	Indice céphalique. Maxima.	Minima.	Moyennes.	Lignes *nn*. Moyennes.	Lignes NS. Moyennes.	Indice nasal Moyennes.
Dolichocéphales	20	75 53	69.89	**73.22**	23.22	50.17	**46.26**
Brachycéphales	20	89.88	83.88	**85.80**	23.60	49.95	**47 24**

L'indice céphalique moyen de la série des 122 crânes est de 79,44 et l'indice nasal de 46.81. L'indice nasal est donc, chez les dolichocéphales, un peu inférieur à la moyenne, et il lui est un peu supérieur chez les brachycéphales. Dans le premier groupe, la ligne NS est tant soit peu plus grande, et la ligne *nn*, au contraire, est tant soit peu plus petite. Quelque minimes que soient ces différences, elles nous montrent toutefois que, toutes choses égales d'ailleurs, la brachycéphalie tend à faire croître l'indice nasal. Une race étant donnée, on doit donc s'attendre à voir l'indice nasal et l'indice céphalique varier, non au même degré, tant s'en faut, mais du moins dans le même sens. En d'autres termes, il y a dans chaque type ethnique une certaine corrélation entre les deux indices. Par conséquent, lorsque cette corrélation est rompue, lorsqu'on voit dans des groupes divers l'indice nasal et l'indice céphalique varier en sens inverse, il est permis d'en conclure que ces groupes appartiennent à des types tout à fait différents. L'indice nasal acquiert ainsi une valeur considérable non-seulement dans la description des races, mais encore dans la détermination des groupes naturels auxquels elles se rattachent. C'est ce qu'il sera facile de constater.

IV. L'INDICE NASAL SUIVANT LES RACES.

Les séries de crânes sur lesquelles ont porté mes recherches sont malheureusement fort inégales en nombre, ce qui a pu nuire quelquefois à la solidité de mes comparaisons. Je ne puis considérer que comme provisoires les moyennes prises sur des séries de moins de 10 crânes. A partir de ce nombre de 10, les moyennes acquièrent une valeur sérieuse ; ainsi, il m'est arrivé plusieurs fois de décomposer mes grandes séries en dizaines, suivant l'ordre des numéros, et j'ai trouvé que les moyennes partielles prises de 10 en 10 ne différaient pas entre

lles de plus d'une unité ; au delà de 15 crânes, les résultats pprochent la fixité, et les différences obtenues dans une série omogène ne portent alors que sur les décimales. J'ai eu soin l'inscrire sur le tableau général le nombre de crânes de chaque érie ; le lecteur pourra donc apprécier par lui-même le degré le confiance que méritent les moyennes. (Voir le premier tableau à la fin du mémoire.)

Je n'ai pas besoin de dire que je n'ai exclu de mes relevés que es crânes manifestement hydrocéphales, qui sont d'ailleurs en rès-petit nombre, et les crânes qui ont subi une déformation rtificielle considérable. Je n'ai fait aucune autre exclusion, et si es nombres de quelques-unes de mes séries sont inférieurs le lus souvent à ceux que j'ai publiés ailleurs sur ces mêmes éries, c'est parce qu'un certain nombre de crânes sont privés le face, et n'ont pu servir par conséquent à l'étude de l'indice nasal. Je n'ai pas besoin d'ajouter que les crânes d'enfants âgés le moins de quinze ans ne figurent pas sur mes relevés.

L'indice nasal *moyen* des Esquimaux est le plus petit de tous ; l n'est que de 42.33. Celui des Hottentots, qui est le plus grand, s'élève à 58.38. Dans cet écart de 16 pour 100 prennent place outes les races humaines.

L'indice céphalique *moyen* des diverses races donne un écart le 70 à 86 pour 100, à peu près égal numériquement à celui de l'indice nasal, et par conséquent moindre en réalité eu égard aux valeurs absolues des fractions qu'expriment ces deux indices. Néanmoins on comparera avec fruit, dans les deux dernières colonnes du tableau général, les variations de l'indice nasal avec celles de l'indice céphalique.

Cette comparaison permet de reconnaître au premier coup l'œil que, contrairement aux résultats obtenus sur des crânes le même race, l'indice nasal et l'indice céphalique sont loin de e mouvoir dans le même sens. On remarquera même que, d'une manière assez générale, *ce sont les plus dolichocéphales qui ont l'indice nasal le plus grand*. Cette règle souffre cependant une remarquable exception. Les Esquimaux, qui sont très-dolichocéphales, qui sont peut-être les plus dolichocéphales des hommes, nous montrent, avec un indice céphalique moyen de 71.45, un i dice nasal extraordinairement petit. On sait d'ailleurs qu'à beaucoup

d'autres égards les Esquimaux constituent à eux seuls un groupe entièrement distinct de tous les autres, et qui échappe à toutes les combinaisons de la série anthropologique. Si donc nous laissons de côté le cas particulier des Esquimaux, nous constatons sur notre tableau que, d'une part, toutes les races *pures* dont l'indice céphalique est inférieur à 74 ont un indice nasal supérieur à 53; et que, d'une autre part, l'indice nasal est inférieur à 53 dans toutes les races *pures* dont l'indice céphalique est supérieur à 74. Je souligne à dessein le mot races *pures*, parce que le mélange des races peut, dans certains cas, faire coïncider un grand indice nasal avec un grand indice céphalique, comme cela se voit dans l'Indo-Chine; ou encore un indice nasal moyen avec un indice céphalique faible, comme cela se voit dans les tribus de la Nouvelle-Calédonie, qui se sont croisées avec les Polynésiens. Mais je reviendrai spécialement dans le paragraphe suivant sur cette question de l'influence des croisements, et je montrerai d'ailleurs que, dans la plupart des cas, elle ne produit que des résultats peu durables.

Mais, si les races très-dolichocéphales ont généralement un très-grand indice nasal, il faut bien se garder d'en conclure qu'il y ait antagonisme entre les deux indices, et que les races brachycéphales doivent, par opposition, avoir un petit indice nasal; car l'indice nasal de ces dernières races est ordinairement moyen, et quelquefois presque grand. D'un autre côté, l'indice nasal le plus petit, après celui des Esquimaux, s'observe chez les Berbères, les Guanches et les Basques d'Espagne, qui sont dolichocéphales. Concluons donc que l'indice nasal n'est lié à l'indice céphalique par aucune loi ni même par aucune règle générale.

Ceux qui attachent dans la classification anthropologique une importance exclusive à l'indice céphalique jugeront peut-être que cette remarque diminue considérablement la valeur de l'indice nasal; mais la classification dichotomique de Retzius est-elle assez solide, et les groupes qu'elle établit sont-ils assez naturels pour qu'on puisse s'en servir comme d'une pierre de touche pour déterminer la valeur de tel ou tel caractère? Certes, je suis loin de méconnaître les affinités que révèle souvent l'indice céphalique; et je constate, par exemple, que le groupe si

naturel des races noires de l'Afrique et de la Mélanésie se distingue de tous les autres (à l'exception des Esquimaux) par une dolichocéphalie très- prononcée, dont l'indice est au-dessous de 74. Cependant les Tasmaniens, qui ne sont que sous-dolichocéphales avec leur indice céphalique de 76.01, viennent rompre l'harmonie du groupe; et il est en outre à peu près certain maintenant que, parmi les peuples laineux et prognathes de l'Afrique, il en est quelques-uns qui ne sont que mésaticéphales, ou même brachycéphales (1). L'indice céphalique ne donne donc pas une caractéristique constante des races noires; il se trouve quelquefois en défaut, même dans ce cas ou l'on a pu cependant le considérer comme décisif, et son insuffisance apparaît bien plus évidemment encore si l'on étudie la répartition de la dolichocéphalie et de la brachycéphalie parmi les races blanches, jaunes ou basanées. Dès lors, ce n'est pas une objection contre la valeur de l'indice nasal de constater que les résultats qu'il donne ne s'accordent pas toujours avec ceux de la classification retzienne; et, par exemple, il n'est pas inutile de remarquer que, dans le cas particulier des Tasmaniens, c'est l'indice nasal qui a raison contre l'indice céphalique. Celui-ci tendrait à briser le groupe des races noires, que celui-là rapproche au contraire, conformément aux affinités naturelles. (Voir le premier tableau à la fin du mémoire.)

Au surplus, je ne cherche pas a établir la valeur relative des deux indices. Si je me proposais de substituer à la classification de Retzius une autre classification systématique où l'indice nasal détrônerait l'indice céphalique, je serais tenu de prouver que le premier prime l'autre en importance; mais cette question de primauté serait oiseuse à mes yeux, puisque je n'admets le principe des divisions systématiques dans aucune classification, anthropologique ou autre. L'indice nasal n'est pour moi ni plus ni moins que l'indice céphalique, c'est-à-dire un caractère important dans la description des races, un des éléments qui concourent à dévoiler leurs analogies et leurs différences. Le premier est pour la face ce que le second est pour le crâne, et,

1. E. T. Hamy, *De l'existence de nègres brachycéphales sur la côte occidentale d'Afrique* (*Compte rendu de l'Académie des sciences*, .LXXIV, p. 379 6 février 1872.)

puisqu'on a jugé utile d'adopter un certain nombre d'épithètes pour exprimer sommairement dans les descriptions les principaux degrés de l'indice céphalique, on jugera peut-être qu'une nomenclature des principaux degrés de l'indice nasal aura aussi son utilité.

Après avoir étudié la répartition de l'indice nasal dans les divers groupes des races humaines, j'ai pensé qu'il était nécessaire et suffisant de distinguer trois formes principales de l'ouverture nasale, caractérisées par un indice *grand*, *moyen* ou *petit*.

Ces formes n'exprimant que les rapports des deux lignes nasales, et étant entièrement indépendantes de leurs dimensions absolues, j'ai dû avant tout écarter la pensée de les désigner sous des noms exprimant les dimensions de l'une ou l'autre de ces lignes. La petitesse de l'indice nasal peut-être due tantôt à la grande longueur de la région nasale, tantôt à son étroitesse; il n'y a donc pas de raison pour y attacher l'idée d'un *nez long* plutôt que celle d'un *nez étroit*. De même, un grand indice nasal peut correspondre à un nez long et *très-large* ou à un nez étroit et *très-court*; de sorte que les mots *dolichorhine* ou *brachyrhine*, qu'on pourrait être tenté d'appliquer ici, par imitation des termes de la classification retzienne des crânes, seraient entièrement défectueux.

Je sais bien que je fais ici le procès à la nomenclature de Retzius, qui est cependant aujourd'hui consacrée par l'usage. Il n'est plus temps de changer les termes de *dolichocéphale* et de *brachycéphale;* mais il y a longtemps que j'en ai signalé la fausseté. On sait, en effet, que beaucoup de crânes brachycéphales sont plus longs, et quelquefois beaucoup plus longs, que bon nombre de crânes dolichocéphales. Il est tout à fait trompeur, par conséquent, de désigner ceux-ci sous le nom de *crânes longs* et ceux-là sous le nom de *crânes courts*. J'accepte ces expressions comme tout le monde, parce qu'elles sont classiques et enracinées dans le langage; mais ce n'est pas une raison pour étendre à d'autres cas le procédé vicieux de nomenclature employé par Retzius. La forme des organes résulte des rapports de leurs principales dimensions; elle ne peut donc être caractérisée par des noms tirés d'une seule de ces dimensions. Ce que l'on doit exprimer

dans une nomenclature morphologique, ce sont les formes elles-mêmes.

Les formes qu'il s'agit ici de qualifier ne sont pas celle du nez considéré dans son ensemble, mais seulement celles de l'ouverture nasale, qui lui sert en quelque sorte de base. Le degré de saillie des os propres du nez et des cartilages ne dépend pas exclusivement de la forme de cette ouverture, mais il en dépend du moins en grande partie. Lorsque l'indice nasal est grand, le nez est large eu égard à sa longueur; il est étalé, ramassé et plus ou moins épaté. Les individus qui avaient le nez ainsi conormé étaient désignés par les Grecs sous le nom de *platyrhinins* (πλατύῤῥις, ινος, de πλατύς, large, et ῥίς, nez ou narine); je dommerai donc *platyrhiniens* (1) les groupes humains caractérisés par un grand indice nasal. Ce nom a déjà, il est vrai, été employé par Et. Geoffroy Saint-Hilaire pour désigner une famille de singes ; mais ce n'est pas une objection, puisqu'on n'hésite pas à appliquer aux singes les épithètes de *brachycéphales* et de *dolichocéphales*, qui ont été créées pour l'étude des races humaines.

Lorsque, au contraire, l'indice nasal est petit, le nez, relative ment long et étroit, est fin et délié; sa forme est plus délicate, et correspond à l'idée que les Grecs rendaient par l'adjectif λεπτός. L'épithète de *leptorhinus* a déjà été employée par les naturalistes pour caractériser la gracilité relative de la région nasale du rhinocéros de Cuvier. Je ne fais donc pas un néologisme et je ne fais qu'appliquer un nom dont le sens est déjà connu lorsque j'appelle *leptorhiniennes* les races dont l'indice nasal est petit.

Enfin, celles qui ont un indice nasal moyen méritent le nom de *mésorhiniennes*(de μέσος synonyme de μεσάτιος, moyen ou intermédiaire) (2).

1. Ce mot devrait, à la rigueur, s'écrire avec deux *r* ; mais déjà les Grecs eux-mêmes supprimaient quelquefois le ρ qui porte l'esprit doux, et cette orthographe simplifiée a été adoptée par plusieurs naturalistes modernes. Les Grecs désignaient encore sous le nom de *pachyrinins* (παχύῤῥιν, ινος) les individus dont le nez avait une forme grossière; mais ce qu'ils caractérisaient ainsi, c'était plutôt la grosseur et l'épaisseur du nez que sa forme élargie.

2. Lorsque j'ai eu à désigner les crânes de forme intermédiaire entre la dolichocéphalie et la brachycéphalie, je n'ai pu me servir du nom de *mésocéphales*, qui s'appliquait déjà à une partie de l'encéphale ; j'ai dû, par consé-

Les noms étant une fois choisis, il s'agit de déterminer, dans l'échelle de l'indice nasal, les limites respectives de la platyrhinie, de la mésorhinie et de la leptorhinie. Ces limites sont de pure convention ; mais elles ne doivent cependant pas être tout à fait arbitraires. Pour les tracer, il faut tenir compte sans doute des connaissances déjà acquises sur les affinités des races; il serait fâcheux, par exemple, de rompre, par une coupure mal placée, le groupe platyrhinien des races noires. Mais il est désirable en outre que l'échelle de l'indice nasal ne soit pas divisée en tronçons trop inégaux, et que les distinctions qu'on établira aient une valeur à peu près équivalente, car il faut que les trois termes de la nomenclature désignent des formes assez différentes pour être reconnues à l'œil, sans le secours du compas et de la table de réduction. De 42 et une fraction, indice moyen des Esquimaux, à 58 et une fraction, indice moyen des Hottentots, l'indice nasal moyen des diverses races porte sur 17 nombres entiers; ce nombre n'étant pas divisible par 3, on approchera autant que possible de l'égalité, et on obtiendra une symétrie commode pour la mémoire, en établissant un groupe moyen portant sur 5 unités et deux groupes extrêmes portant chacun sur 6 unités, ainsi qu'il suit :

Indices de	42, 43, 44, 45, 46, 47......	Leptorhiniens.
—	48, 49, 50, 51, 52......	Mésorhiniens.
—	53, 54, 55, 56 57, 58......	Platyrhiniens.

Appliquons maintenant ces divisions à la série totale des races inscrites sur notre grand tableau, et nous verrons immédiatement apparaître devant nous les trois grands groupes primaires établis par Cuvier dans le genre humain. Les races du type dit *éthiopique* sont platyrhiniennes ; les races blanches du type dit *caucasique* sont leptorhiniennes; enfin, les races du type dit *mongolique* sont méshoriniennes. Les noms donnés par Cuvier à ces trois groupes de races étaient empruntés à Blumenbach. Celui-ci admettait en outre un groupe américain et un groupe malais, portant ainsi à cinq le nombre des types humains; Cuvier ne l'ignorait point, et si pourtant il n'avait pas admis ces deux

quent, les appeler *mésaticéphales*. Mais, pour l'indice nasal, je n'ai aucune amphibologie à éviter, et je donne, par conséquent, la préférence au nom le plus court.

derniers groupes dans sa classification, c'est parce qu'il n'était pas convaincu qu'ils fussent essentiellement distincts du groupe mongolique. Tous ceux qui après lui ont admis sa division ternaire ont considéré les races américaines et les races malayo-polynésiennes comme des rameaux de la souche mongolique. Je ne prétends ici ni approuver ni discuter cette cassification, et je cherche encore moins à déterminer les souches originelles des races humaines. Je rappelle seulement que, depuis longtemps déjà, l'étude des caractères de conformation et de coloration a conduit des savants éminents à constater l'existence de trois types principaux, autour desquels des affinités de diverse nature permettent de grouper les autres.

Cette notion est tant soit peu oubliée aujourd'hui, parce qu'elle ne s'est pas trouvée d'accord avec la célèbre classification de Retzius. On a particulièrement dédaigné la distinction du groupe caucasique, où l'on trouvait en effet tous les degrés de la brachycéphalie et de la dolichocéphalie; et la séparation radicale établie par la linguistique entre les langues aryennes, les langues sémitiques et la langue basque n'a pas moins contribué à ce mouvement de l'opinion. Mais cela ne suffit pas pour effacer des analogies que l'observation avait déjà révélées. A ces analogies, sur lesquelles l'école de Cuvier faisait reposer la classification anthropologique, s'en joint aujourd'hui une nouvelle, tirée de l'étude de l'indice nasal.

Je répète qu'il n'entre nullement dans ma pensée de faire de l'indice nasal la base d'une classification quelconque. Je n'y vois qu'un des caractères qui doivent concourir à l'étude des analogies et des différences ethnologiques. Et je ne puis mieux montrer l'importance de ce caractère qu'en rappelant qu'il coïncide d'une manière remarquable avec des données déjà acquises à la science.

Après cette remarque générale, je signalerai des résultats partiels qui ne me paraissent pas sans intérêt.

Le groupe des races leptorhiniennes ne comprend pas seulement les races dites *caucasiennes*. L'harmonie du groupe est rompue par les Esquimaux, que j'ai dû, sur le tableau, par égard pour la géographie, rapprocher des races d'Amérique, mais qui font avec elle un contraste criard. Heureusement pour l'indice

nasal, que les Esquimaux ne diffèrent pas moins des Américains proprement dits par leurs autres caractères; avec leur dolichocéphalie excessive (71.40), avec leur avant-bras plus court même que le nôtre, avec leur histoire obscure, dont on ne sait qu'une chose, c'est qu'elle est complétement étrangère à celle des Peaux-Rouges, ils semblent constituer à eux seuls un groupe tout spécial, et on peut se demander si les terres découvertes dans la recherche du passage nord-ouest, au lieu de les relier aux races américaines, ne les en séparent pas plutôt. Au surplus, si l'on fait abstraction des considérations géographiques et ethnologiques, si d'après le seul indice nasal on retire les Esquimaux de la liste américaine pour les transporter dans le groupe des races leptorhiniennes, on voit qu'ils forment encore dans ce groupe une note discordante. Ils n'y prennent pas place dans une série graduelle. Entre leur indice de 42.33 et le plus petit des autres indices, celui des Guanches (44.25), il reste un large hiatus, qui conduirait à établir sur le chiffre de 43 une nouvelle subdivision parfaitement justifiée, s'il ne semblait pas inopportun de compliquer la nomenclature de l'indice nasal en vue d'une seule race, évidemment exceptionnelle.

Laissons donc à l'écart, comme elle le mérite, la race des Esquimaux, et considérons dans son ensemble, comme dans ses détails, le groupe des races leptorhiniennes. Remarquons d'abord que toutes les races du groupe dit *caucasique* (toutes celles du moins dont j'ai pu étudier les crânes) s'y trouvent réunies, et qu'aucune race étrangère à ce dernier groupe n'est venue s'y joindre. Ce premier résultat est déjà fort important; mais il en est un autre qui ne manque pas d'intérêt.

Personne n'ignore que le groupe dit *caucasique* a été depuis longtemps divisé en deux sections, l'une comprenant les races indo-européennes, l'autre comprenant à la fois les races syro-arabes et celles de l'Afrique septentrionale. Les races de cette seconde section formaient pour Cuvier le *rameau araméen* du tronc caucasique, dénomination dont la valeur est contestable, mais qui consacre néanmoins un fait parfaitement réel, savoir : l'analogie des Sémites, des Égyptiens et des Berbères.

Les peuples de ce rameau araméen qui figurent sur notre tableau sont au nombre de cinq: Arabes, Syriens, Égyptiens,

Berbères et Guanches. Mais les Égyptiens, qu'on ne saurait séparer des autres, y forment pourtant une catégorie particulière, parce qu'ils sont quelque peu modifiés par leur mélange avec les Nubiens et les nègres; ce mélange avec des peuples platyrhiniens explique sans doute le léger accroissement de leur indice nasal, qui à toutes les époques, du temps des Pharaons comme aujourd'hui, a toujours été supérieur à 47. Quant aux autres peuples du rameau araméen, ils se distinguent du reste du groupe caucasique par un indice nasal compris entre 44 et 46.

Je n'ai eu malheureusement à ma disposition, pour ce qui concerne les crânes des peuples d'Europe, que bien peu de matériaux. Et si j'ai fait figurer sur mon tableau certaines moyennes prises sur des séries de 5 crânes seulement, ce n'est, bien entendu, qu'à titre provisoire. Je ne puis me défendre toutefois de constater la remarquable fixité de l'indice nasal moyen que j'ai tiré de toutes mes séries, grandes ou petites. Parisiens, Basques français, Bas-Bretons, Alsaciens, Bavarois, Russes, Roumains, au milieu des variations très notables de l'indice céphalique, me donnent tous un indice nasal compris entre 46.10 et 47.03. Est-ce un pur effet du hasard? J'ai peine à le croire, et je considère comme fort probable, jusqu'à plus ample informé, que l'indice nasal moyen des Indo-Européens d'Europe doit porter généralement sur les chiffres de 46 et 47, tandis que celui des peuples caucasiques d'Asie et d'Afrique, qui forment le rameau araméen de Cuvier, porte sur les chiffres de 44 et 45.

Mais les Basques espagnols se présentent aussitôt comme faisant exception à cette règle. Leur indice nasal de 44.71 est à peine supérieur à celui des Berbères et des Guanches, et il est inférieur de 2 unités à celui des autres peuples de l'Europe. C'est qu'en effet les Basques espagnols, quoique inséparables du groupe général appelé *caucasique*, sont étrangers, on le sait, au groupe particulier des Indo-Européens. Ils le sont incontestablement par leur langue, et ils le sont aussi, je crois l'avoir démontré ailleurs, par leurs caractères crâniologiques. J'ai établi, d'une part, que les Basques espagnols, malgré la communauté du langage et de la nationalité, sont d'une autre race que les

Basques français (1); j'ai prouvé, d'une autre part, que leur dolichocéphalie à type occipital diffère notablement de la dolichocéphalie frontale des autres dolichocéphales d'Europe; et, d'un parallèle détaillé, où j'ai fait figurer les principaux éléments crâniométriques, j'ai conclu, il y a longtemps déjà, que, si l'origine des Basques d'Espagne devait être cherchée dans la péninsule ibérique, c'était non pas vers le nord, mais vers le sud, du côté de l'Afrique septentrionale, que les recherches devaient se diriger (2). Depuis lors les crânes des cavernes de Gibraltar, que M. Busk a décrits, et que j'ai étudiés moi-même au congrès anthropologique de Norwich, se sont trouvés tellement semblables à ceux des Basques actuels du Guipuscoa, qu'il me semble à peu près certain que les Basques espagnols sont les représentants actuels d'une race autrefois répandue jusqu'au détroit de Gibraltar (3). L'hypothèse de leur origine africaine acquiert donc ainsi quelque consistance, d'autant que de nombreuses raisons permettent d'admettre que l'ouverture du détroit de Gibraltar n'a pas été antérieure à la période humaine. Or cette hypothèse trouve une confirmation dans l'étude de l'indice nasal. Tandis que l'indice nasal des Basques français est de 46.80, à peu près égal à celui des Parisiens, des Bas-Bretons, des Bavarois, des Roumains et des Russes, celui des Basques d'Espagne n'est que de 44.71, à peine supérieur à celui des Guanches et des Berbères. Ces trois peuples sont les seuls du groupe caucasique dont l'indice nasal soit inférieur à 45. Il y a là une similitude vraiment remarquable.

Je reviens aux Indo-Européens. Ceux de l'Europe figurent seuls sur mon tableau. Ceux de l'Asie font malheureusement presque entièrement défaut dans les musées de Paris. Sous le titre de *Bengalais* et de *Malabares* figurent dans la galerie d'an-

1. *Mémoire sur les crânes basques de Saint-Jean de Luz*, dans *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2e série, t. III, p. 43-101 (janvier 1868) et dans P. Broca, *mémoires d'anthropologie*, t. II, p. 33.

(2) *Mémoire sur les crânes basques de Zaraus*, dans *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1re série, t. IV, p. 38-52 (22 janvier 1863) et dans P. Broca, *mémoires d'anthropologie*, t. II, p. 103. Dans la conclusion, qui forme le dernier alinéa, un correcteur trop ingénieux a substitué le mot *paléographie*, qui donne un sens absurde, au mot *paléo-géographie* dont je m'étais servi pour désigner la géographie des temps paléontologiques.

3. Voir mon *Mémoire sur les ossements des cavernes de Gibraltar*, dans *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2e série, t. IV, p. 146-158 (18 février 1869); et dans P. Broca, *mémoires d'anthropologie*, t. II, p. 370.

thropologie une vingtaine de crânes de l'Hindoustan, mais nul ne sait s'ils sont aryens, dravidiens ou soudras. La première couche de la population de l'Hindoustan était noire (je ne dis pas *nègre*) et platyrhinique, la seconde couche fut mongolique et mésorhinique, la troisième fut aryenne et lepthorhinique, et aujourd'hui, après des mélanges tant de fois séculaires, comment constater l'origine ethnique d'un crâne déterré au hasard dans un cimetière? N'oublions pas toutefois que l'influence du sang étranger a été beaucoup plus forte au nord, dans les vallées de l'Inde et du Gange, qu'au sud des monts Vindhyas, dans la péninsule proprement dite. On peut donc tirer quelques conséquences de la comparaison des Hindous du Bengale avec les peuples méridionaux de la côte du Malabar. Enfin on sait que les Bohémiens, répandus en Europe depuis cinq siècles au moins et probablement depuis sept siècles, étaient originaires de l'Inde, et qu'ils conservent toujours, grâce à leur isolement étrange, le type le plus pur de l'Hindou brahmanique. 3 crânes de Bohémiens de Roumanie, envoyés par M. le professeur Copernicki, sont déposés dans le musée de la Société d'anthropologie. J'en ai trouvé un quatrième dans la galerie du Muséum. L'indice nasal moyen de ces 4 crânes est de 46, avec un maximum de 53.06 et un minimum de 41.07. 10 Bengalais et 1 Népaulien de la galerie du Muséum m'ont donné un indice nasal moyen de 49.80 (maximum, 58.69; minimum, 39.79); et enfin 5 crânes de la côte de Malabar ou de la région voisine, étudiés dans les deux musées, m'ont donné un indice nasal minimum de 50, maximum de 61.62, moyen de 55.38. Cette gradation, ou plutôt cette dégradation de l'indice nasal, permet de reconnaître que la race noire primitive de l'Hindoustan devait avoir un indice nasal très grand et rentrer dans notre groupe platyrhinien.

Ce groupe, qui ne nous arrêtera pas longtemps, comprend toutes les races dont l'indice nasal moyen est supérieur à 52. Aucune d'elles ne descend même au-dessous de 53, si ce n'est celle des Néo-Calédoniens, considérée dans son ensemble, telle que nous la montre la grande série du Muséum. Mais les 12 Néo-Calédoniens étudiés à Caen par M. Bertillon lui ont donné un indice nasal moyen de 54.30 (maximum, 60; minimum, 47.91), et les 6 Néo-Calédoniens du musée de la Société d'anthropologie

ont encore un indice nasal moyen de 55.49 (maximum, 60.97; minimum, 51.02). Il y a donc dans la Nouvelle-Calédonie des tribus dont l'indice nasal est complètement platyrhinique. Si la moyenne de la collection du Muséum est beaucoup moins élevée, c'est sans aucun doute parce que cette collection renferme des crânes de toute provenance, et parce que beaucoup de tribus de la côte orientale ont subis depuis un siècle de nombreux croisements avec la race polynésienne, venue des îles Loyalty (1). Les Polynésiens sont méshoriniques, et il est tout naturel que l'indice nasal des Mélanésiens se soit abaissé notablement dans les tribus mélangées de la Nouvelle-Calédonie.

Arrivons enfin au groupe mésorhinique, qui forme la troisième partie de notre tableau. On peut voir qu'il comprend tout le groupe mongolique des auteurs qui admettent la division ternaire de l'école de Cuvier. Je l'ai subdivisé en trois sections qui correspondent à la répartition géographique, et dont les deux dernières comprennent les races malayo-polynésiennes et les races d'Amérique, séparées du groupe mongolique par un grand nombre d'auteurs.

A la première section, qu'on pourrait appeler celle des races mongoliques de l'ancien continent, se rattachent incontestablement les Lapons, les Tartares, les Calmouks et les Chinois, qui sont tous mésorhiniques. Faut-il y joindre les Finnois, qui sont certainement mongoliques par le langage et par plusieurs caractères crâniologiques? Ce n'est pas avec une moyenne (49.80) basée sur l'étude de 5 crânes seulement que j'oserai ranger résolûment les Finnois parmi les peuples mésorhiniques, et encore moins les Esthoniens, leurs voisins, dont je n'ai pu étudier que 4 crânes. Il faut constater toutefois que ces premiers

1. La série néo-calédonienne du Muséum provient en grande partie de la collection rapportée par M. le docteur Ad. Bourgarel, qui, avant de déposer ces crânes dans la galerie anthropologique, les avait étudiés avec le plus grand soin et décrits en détail dans un mémoire fort important communiqué à la Société d'anthropologie. M. Bourgarel est un des auteurs qui ont le mieux démontré l'existence de deux races dans la Nouvelle Calédonie : l'une noire et autochthone, parfaitement mélanésienne ; l'autre jaune, venue depuis moins d'un siècle des îles Loyalty, et fortement croisée avec les Polynésiens. Sur les 57 crânes étudiés dans son mémoire, 10 appartenaient à la race jaune et beaucoup d'autres étaient des crânes de métis (Bourgarel, *Des Races de l'Océanie française et de celles de la Nouvelle-Calédonie en particulier*, dans *Mémoires de la Société d'anthropologie*, t. I, p. 251, Paris, 1862, grand in-8°; voir surtout le tableau de la page 280). On comprend dès lors pourquoi la série néo-calédonienne du Muséum renferme une quantité notable de crânes plus ou moins polynésiens.

résultats concordent avec les données déjà acquises, qui placent les Finnois et les Esthoniens en dehors du groupe indo-européen.

En descendant de la Chine à l'Indo-Chine, on est frappé de l'accroissement subit de l'indice nasal, qui s'élève aussitôt à 54.04. Les 10 crânes de l'Indo-Chine que posséde le Muséum viennent de localités très diverses, et ne forment par conséquent pas une série homogène. Toutefois, lorsque nous trouvons pour l'indice nasal une moyenne aussi élevée, nous sommes autorisés à admettre que les races du type mongolique ont dû subir dans cette région un croisement intense avec des peuples platyrhiniques. Et cette idée est parfaitement conforme aux notions que l'on possède sur l'anthropologie de l'Indo-Chine. Là, comme dans l'Hindoustan, la population primitive fut noire ; elle était de plus laineuse, selon toute probabilité, et était sans doute congénère de ces *négritos* ou Mélanésiens du Nord, qui peuplèrent autrefois tout le grand archipel indien. Cette race des négritos est encore peu connue, mais on sait qu'elle a le nez court et épaté, et on peut en conclure qu'elle doit avoir l'indice nasal platyrhinique des autres races noires. Ainsi s'explique l'indice nasal moyen de 54.04 que j'ai constaté sur les crânes de l'Indo-Chine.

La répartition de l'indice nasal parmi les peuples malayo-polynésiens s'explique de la même manière. Les Polynésiens sont certainement mésorhiniques. Les 26 crânes des îles Marquises qui figurent sur le tableau donnent un indice nasal moyen de 49.25. Cet indice n'est pas constant dans tous les archipels ; mais il est toujours mésorhinique. Sur 5 Tahitiens, il est de 51.40 ; sur 12 autres Polynésiens de divers archipels, il est de 50.33. Mais 5 Néo-Zélandais donnent une moyenne de 52.80, et on ne s'en étonnera pas si l'on songe que les Mélanésiens ont été les premiers habitants de la Nouvelle-Zélande, que la conquête polynésienne ne date pas de plus de six à sept siècles, et qu'il reste encore des noirs dans les montagnes centrales des deux principales îles.

Depuis qu'on connaît l'histoire des migrations polynésiennes, il est devenu fort probable qu'il existe une certaine parenté, au moins indirecte, entre les Polynésiens et les Malais ; mais la

séparation de ces deux races date probablement d'une vingtaine de siècles, et, tandis que la plupart des Polynésiens se fixaient dans les îles désertes, les Malais au contraire se trouvaient, dans le grand archipel indien, en contact continuel avec la race platyrhinique des négritos. C'est pour cela sans doute que l'indice nasal des Javanais et des autres Malais est un peu supérieur à celui des Polynésiens. Ces peuples restent cependant toujours mésorhiniques, ainsi que leurs voisins de la Nouvelle-Guinée. On sait que la population primitive de la Nouvelle-Guinée était entièrement mélanésienne, et que la plus grande partie de ses habitants le sont encore. Mais les Malais se sont établis sur le littoral, dont la population est considérablement mélangée. Les 10 crânes de Papous qui se trouvent dans la galerie du Muséum ont été probablement recueillis sur le littoral par les navigateurs qui les ont rapportés; et je présume que l'indice nasal des Papous de race pure doit être bien supérieur à celui de ces 10 crânes. Il y a en effet dans le détroit de Torrès, qui sépare la Nouvelle-Guinée de l'Australie, de petites îles dont les habitants appartiennent à la race des Papous proprement dits, et 3 crânes de l'une de ces îles (galerie du Muséum) donnent les indices de 51.96, 56.82 et 55.42. L'indice nasal moyen de ces 3 crânes est de 54.61, et rentre par conséquent dans le type des races noires.

Restent les races américaines. Toutes sont mésorhiniques, à l'exception, bien entendu, des Esquimaux, et les différences qui existent entre les races du nord, du centre et du sud sous le rapport de l'indice nasal sont peu considérables. Je n'espère donc pas que l'étude de cet indice puisse éclairer beaucoup la question si obscure des races du nouveau monde. La crâniologie, jusqu'ici, n'a pu dissiper cette obscurité. La pratique des déformations artificielles, si répandue dans les deux Amériques, n'a pas peu contribué à multiplier les obstacles, car sur des crânes déformés il ne peut être question de courbes, de diamètres ni d'indices crâniens. La face elle-même subit l'influence des déformations, mais est-elle assez modifiée pour que l'indice nasal s'en ressente? C'est la question que j'ai dû me poser. J'ai donc, dans chacune des races américaines, étudié séparément l'indice nasal sur les crânes déformés et sur les crânes peu ou point déformés;

mais les séries dont je disposais après ce triage étaient tellement restreintes, que je n'ai aucune confiance dans les résultats que j'ai obtenus. Je dirai cependant qu'au Mexique, où la déformation la plus usitée est celle qui relève le crâne en diminuant sa longueur et en augmentant les deux autres diamètres, l'indice nasal de 6 crânes déformés m'a donné une moyenne de 53.49, bien supérieure à celle des crânes non déformés (50.94), tandis que, sur 5 Têtes-Plates de l'Amérique du Nord, l'indice moyen est descendu à 48.39, c'est-à-dire bien au-dessous de la moyenne des Peaux-Rouges non déformés (51.07). Les déformations relevées auraient-elles donc pour conséquence d'augmenter l'indice nasal, et les déformations couchées tendraient-elles au contraire à le diminuer? C'est possible; mais, avant de chercher l'explication de ce phénomène, j'attendrai qu'il soit plus régulièrement constaté.

Je signale le peu de confiance que mérite la dernière catégorie portée sur le tableau, sous le titre de : *Autres Américains du Sud*. J'ai hésité à donner un relevé de ces crânes, qui viennent de toutes les latitudes, depuis l'Araucanie jusqu'à la Guyane, et parmi lesquels beaucoup sont déformés; cette dernière circonstance a pu contribuer à diminuer l'indice nasal.

V. L'INDICE NASAL DANS LES RACES CROISÉES.

J'ai plus d'une fois, dans le paragraphe qui précède, mentionné l'influence des croisements sur la moyenne de l'indice nasal. Il n'est pas douteux que ce caractère, comme tous les autres, doit subir cette influence.

Tous ceux qui ont étudié les phénomènes de l'hybridité savent que, si certains caractères présentent en général chez les métis un état à peu près intermédiaire, d'autres peuvent être empruntés à peu près exclusivement au type de l'un ou l'autre des générateurs. On sait en outre que, dans un croisement déterminé, comme celui des blancs et des nègres, l'influence des deux races mères ne s'exerce pas également sur tous les caractères, et que par exemple le nez des mulâtres est ordinairement plus rapproché du type nègre que du type blanc. On sait enfin que, dans les *croisements de retour*, qui, à la suite d'un mélange en propor-

tions très-inégales, ramènent tôt ou tard la race croisée vers le type de la race mère la plus nombreuse, tous les caractères empruntés à l'autre race ne s'effacent pas avec la même rapidité, et que, par exemple, la mollesse des cartilages du nez s'observe encore, chez les descendants des mulâtres, après plusieurs croisements de retour qui ont fait disparaître tous les autres caractères de la race nègre.

Lorsque les races qui prennent part au croisement sont moins inégales en nombre, l'influence du mélange est plus durable et ne s'efface jamais entièrement. Certains caractères peuvent converger vers un type plus ou moins intermédiaire, d'autres convergent plus particulièrement vers l'un des types primitifs ; tous, considérés un à un, peuvent, par un effet de l'*atavisme*, reparaître sur quelques individus tels qu'ils existaient sur un ancêtre de race pure. Il en résulte que certains caractères présentent des variations, des oscillations beaucoup plus étendues dans les races croisées que dans les races pures. C'est ainsi que l'indice céphalique, dont les écarts ne dépassent généralement pas 10 pour 100 dans les races pures, peut donner jusqu'à 20 pour 100 d'écart et au-delà dans les populations issues du mélange d'une race brachycéphale avec une race dolichocéphale. L'indice nasal est dans le même cas ; mais je rappellerai que, plus exposé que l'indice céphalique à subir les effets des variations individuelles, il présente, toutes choses égales d'ailleurs, des oscillations plus étendues. Le second tableau, où les principales séries sont décomposées par ordre d'indices nasaux, montre en effet que, dans les races les plus pures, l'écart entre le maximum et le minimum est rarement inférieur à 20 pour 100; mais le même tableau montre en outre que, dans certaines races croisées, comme les Néo-Calédoniens, cet écart peut aller jusqu'à 28 pour 100, et probablement au-delà. Il ne faut pas en conclure que toutes les races croisées puissent se reconnaître à ce caractère, mais seulement les races issues du croisement de deux races dont l'indice nasal est très-différent. (Voir le second tableau à la fin du mémoire.)

C'est un fait bien connu que, dans les croisements qui suivent une invasion ou une conquête, la prépondérance numérique appartient presque toujours à la race indigène, de sorte que les

modifications dues à l'influence étrangère tendent à s'atténuer de génération en génération ; mais tous les caractères ne retournent pas avec la même facilité vers le type primitif, et ceux qui y reviennent les premiers doivent être considérés comme les plus importants. Il importe donc d'étudier à ce point de vue l'indice nasal dans les races croisées.

Aucun caractère, peut-être, n'est modifié plus évidemment que l'indice nasal par les effets d'un mélange récent. L'introduction de l'élément polynésien dans la Nouvelle-Calédonie date déjà de trois générations ; mais elle a été graduelle et continue ; elle n'a cessé que depuis l'occupation française, qui est toute récente, de sorte que beaucoup d'immigrants polynésiens sont encore en vie, et que les métis de la première génération sont très-nombreux. On peut donc dire que nous assistons à la première période du mélange d'une race platyrhinienne avec une race mésorhinienne, et c'est pour cela que les oscillations de l'indice nasal sont si étendues. On remarquera même sur le deuxième tableau que l'indice nasal présente deux maxima de fréquence : l'un, sur l'indice de 54, qui est platyrhinique et mélanésien ; l'autre, sur l'indice de 50, qui est mésorhinique et polynésien. Cet exemple montre avec quelle intensité l'indice nasal subit les effets des mélanges récents.

Mais, lorsque le mélange est effectué et que l'immigration s'arrête, l'indice nasal présente au contraire une tendance remarquable à retourner vers le type de la race prédominante, qui est presque toujours la race indigène, Pour s'en assurer, il suffit d'étudier l'indice nasal dans un même pays et à des époques diverses, séparées par des périodes d'invasions et de croisements. Je n'ai pu faire cette étude comparative que pour l'Égypte et la France ; et dans les deux cas j'ai constaté que l'indice nasal, malgré de nombreux mélanges, s'était perpétué à travers les siècles sans changements bien notables.

Ce que fut la première population de l'Egypte, nul ne peut l'affirmer encore. Asiatique suivant les uns, berbère suivant les autres, suivant d'autres enfin descendue de la Nubie, elle était probablement, dès l'origine des temps historiques, composée de plusieurs éléments ethniques. Les deux types décrits par M. Pruner-Bey sous les noms de *type fin* et de *type grossier* se trouvent

déjà figurés dans les hypogées de Sakkarah, qui appartiennent à la quatrième dynastie (1), et se retrouvent également dans les collections des crânes de l'Ancien-Empire. Si le type était berbère, comme le pense ce savant, ou s'il était aryen ou sémitique, comme d'autres l'ont admis, c'est un point encore douteux ; mais ce qui ne peut guère être contesté, c'est que le type grossier participait des caractères des races nigritiques de la Nubie. Ce mélange préhistorique devait être déjà fort ancien lorsque s'ouvrit la période pharaonique; car les caractères de la race égyptienne se sont maintenus depuis lors avec une remarquable fixité; d'où l'on peut conclure que les effets du croisement étaient arrivés à cette période d'état qui ne se réalise qu'au bout d'un grand nombre de générations.

L'indice nasal des crânes de la quatrième dynastie était en moyenne de 47.93, et dans ce chiffre, si voisin des limites de la mésorhinie, on peut reconnaître l'influence des races platyrhiniques de la Nubie. Voyons maintenant ce que l'indice nasal des Égyptiens est devenu dans les temps ultérieurs.

Il est établi d'une manière bien positive que, dans les temps pharaoniques, la vallée du Nil fut envahie tour à tour par le sud, par l'est et par l'ouest, et reçut ainsi des conquérants de race nubienne ou éthiopienne, de race syro-arabe ou sémitique, et de race libyque ou berbère. Les conquêtes perse, macédonienne et romaine y introduisirent de nouveaux éléments asiatiques ou européens, et la conquête arabe y ramena enfin l'élément sémitique, plus abondant et plus persistant que jamais. Malgré tant de mélanges, l'indice nasal des Coptes actuels ne diffère pas sensiblement de celui des plus anciennes sépultures. Sous la quatrième dynastie, avant toutes ces invasions, il était, comme on vient de le voir, de 47.93; chez les Coptes du dix-neuvième siècle, il est de 47.15. Est-ce parce que tous les peuples qui se sont successivement établis en Égypte avaient le même indice nasal ? Nullement, car l'indice des conquérants éthiopiens était très-grand, tandis que celui des peuples syro-arabes et des peuples berbères était au contraire très-petit. Sur les 22 crânes que nous avons extraits, M. Hamy et moi, d'une ancienne sépul-

1. Pruner-Bey. *Recherches sur l'origine de l'ancienne race égyptienne* dans *Mémoires de la Société d'anthropologie*, t. I, p. 400. Paris, 1861, grand in-8°.

L'indice nasal des Égyptiens aux dernières époques.

	Ligne *nn*.			Ligne NS.			Indice nasal.			Indice céphalique.	Nombre de crânes.
	Maxima.	Minima.	Moyennes.	Maxima.	Minima.	Moyennes.	Maxima.	Minima.	Moyennes.		
Quatrième dynastie	27	23.5	25.31	62	44	52.81	55 67	41.38	47.93	76.40	41
	27	24		58	46		54.34	42.74			
Onzième dynastie	27	21	23.51	58.5	43	48.55	57.78	41.81	48.43	75.40	28
	26	21		54	43.5		54.54	42.73			
Dix-huitième dynastie	25	19	22.71	50	43	46.89	53.49	40.42	48 77	76.02	7
	24	22		49	45		53.33	45.83			
Dynasties ultérieures jusqu'aux Ptolémées	28	20	23.70	57	38.5	50.12	57.14	40.41	47.28	75.38	35
	26	20		55	43		53.49	42.10			
Toute l'Égypte ancienne	27	19	23.77	62	38.5	49.64	57.78	40.42	47.88	75.58	81
	27	20		58.5	43		57.14	40.81			
Égypte moderne (Coptes)	26	19.5	23.83	60	46.5	50.84	52.53	41.43	47.15	76.39	12
	25	20		53	47		50.00	43.01			
Esquimaux	25	20	23.07	60	46	54.50	49.01	38.59	42.33	71.40	»
	25	21		57	51		44.64	38.89			
Arabes	25	21	23.83	56	47.5	51.63	52.08	42.85	45.87	74.06	»
	25	22		56	47.5		47.42	43.13			

ture de l'île d'Éléphantine, vis-à-vis Assouan (Syène), au pied de la première cataracte, sur les confins de la Haute-Égypte et de la Nubie, l'indice nasal moyen est de 55.17 (on sait que la sixième dynastie était originaire d'Éléphantine). Voilà pour les Éthiopiens. Quant aux peuples syro-arabes, il n'est pas douteux qu'ils avaient l'indice nasal très-petit, puisque celui des Arabes actuels n'est que de 45.57 et celui des Syriens de 45.87. Restent les peuples libyques et berbères, qui s'établirent dans le Delta, sous la dix-neuvième dynastie, et qui, plus tard, sous Psammétik, donnèrent une dynastie à l'Égypte. J'ai le regret de dire que je n'ai pu étudier jusqu'ici que 10 crânes berbères (Kabyles). Il y a dans la galerie du Muséum 8 autres têtes de la même race, mais elles sont momifiées, et, quelque faible que soit l'épaisseur des téguments desséchés, elle suffit pour rendre impossible la détermination exacte de l'indice nasal. Sur ces têtes, la longueur et l'étroitesse du nez sont remarquables, et il est certain que l'indice nasal doit être très-petit ; mais c'est là tout ce que l'on peut dire. L'indice moyen des 10 crânes est de 44.28, et j'ai lieu de croire que ce chiffre, quoique basé sur des observations évidemment insuffisantes, n'est pas loin de représenter l'indice moyen de la race. Je ferai remarquer d'ailleurs que les Guanches, dont les affinités avec les Berbères ne sont pas contestées, donnent un indice nasal de 44.25. Je crois donc pouvoir conclure de ces diverses données que l'indice nasal de la race berbère est inférieur à celui de la plupart des autres races. Cela posé, nous trouvons que l'indice nasal des Égyptiens, sous la quatrième dynastie, avant toutes les invasions connues, était de 47.93. Sous la onzième dynastie, après la dynastie d'Éléphantine (qui fut la sixième et qui régna plus de deux cents ans), l'indice s'élève à 48.43 ; sous la dix-huitième dynastie, qui suivit de près la longue domination des pasteurs syro-arabes, il se maintient à 48.77 ; sous les dynasties qui se succédèrent ensuite jusqu'à l'époque macédonienne, et il descend à 47,28. Ce sont des oscillations insignifiantes, et tout aussi insignifiant est le changement qui a suivi la conquête arabe du septième siècle, puisque les Coptes actuels ont un indice de 47.15. On voit donc que, si les mélanges de races ont pu exercer une légère influence sur l'indice nasal des Égyptiens, cette influence n'a été que passagère. (Voir le tableau qui précède.)

La persistance de l'indice nasal n'a pas été moins remarquable dans les populations qui, depuis les temps les plus reculés, ont occupé le sol de la France. L'indice nasal moyen n'est pas exactement le même aujourd'hui dans toutes les parties du sol de l'ancienne Gaule. Il est de 46.81 chez les Parisiens actuels, de 46.80 chez les Basques de Saint-Jean-de-Luz ; une série de 18 crânes de la Basse-Bretagne m'a donné une moyenne de 46.83. Ces chiffres sont presque identiques; mais, sur 11 crânes d'Alsace et Lorraine, la moyenne n'est que de 46.10. Ces variations, comme on le voit, sont de près d'une unité, et pourront s'accroître un peu lorsqu'on étudiera un plus grand nombre de séries ; il paraît probable toutefois qu'elles seront toujours comprises entre 45 et 47. (Voir le premier tableau à la fin du mémoire.)

Voyons maintenant ce que fut l'indice nasal dans le même pays aux diverses époques. Bon nombre de crânes antiques étant privés de face, je n'ai pu, pour les temps les plus reculés, disposer que de bien courtes séries. Sur les 2 crânes des Eyzies (époque du mammouth), l'indice nasal est de 48.98 et de 45.09. J'ose à peine prendre la moyenne, qui est de 46 (1).

Je ne cite que pour mémoire ce fait évidemment insuffisant ; mais j'insisterai davantage sur l'indice nasal des crânes de l'époque de la pierre polie. J'ai pu étudier 23 crânes de cette époque dans le musée de la Société d'anthropologie, 22 dans la galerie du Muséum, et 9 dans mon laboratoire, en tout 54 crânes, dont l'indice nasal a pu être constaté. Cette série donne un indice nasal moyen de 46.93 ; mais on remarquera qu'elle manque entièrement d'homogénéité. Bien que tous les crânes dont elle se compose aient été recueillis en France, ils viennent de localités très diverses, et remontent sans doute à des dates non moins diverses, car on sait que la durée de l'époque de la pierre polie a été fort longue. Je suis donc loin de croire qu'ils appartiennent

1. La moyenne des deux indices individuels serait de 47 ; mais l'indice des deux lignes nasales moyennes, inscrites au tableau, n'est que de 46. D'une manière générale, on ne doit pas confondre la *moyenne des indices individuels*, qui peut être tout à fait trompeuse lorsque les séries sont courtes, avec l'*indice moyen* proprement dit, qu'on obtient en prenant le rapport des moyennes des deux lignes. Cette remarque est applicable à tous les indices, quels qu'ils soient. En d'autres termes, le véritable indice moyen, le seul qui soit rigoureux et conforme à l'arithmétique, est l'*indice des* moyennes et non la *moyenne des indices*.

tous à une seule et même race, et je constate d'ailleurs entre les groupes partiels de diverses provenances des différences assez notables. Ainsi les 12 crânes extraits du dolmen de Nogent-les-Vierges (Muséum) donnent un indice nasal moyen de 47.35, tandis que cette moyenne descend à 45.69 sur 9 crânes très remarquables recueillis par M. le docteur Prunières de Marvéjols dans une caverne sépulcrale de la Lozère et actuellement déposés dans mon laboratoire. Les autres groupes, ne dépassant pas le nombre de 3 ou 4, ne peuvent servir de base à des comparaisons particulières ; mais, en les réunissant tous ensemble, on obtient une moyenne de 47.12, qui ne diffère que fort peu de la moyenne générale. Il est permis d'en conclure que les populations de l'âge de la pierre polie, toutes celles du moins qui nous sont connues, étaient leptorhiniennes.

Il en de même des populations suivantes jusqu'à l'invasion des barbares. Les 11 crânes de la caverne sépulcrale d'Orrouy, rapportés à l'époque du bronze, ont un indice nasal moyen de 46.89. Cet indice est de 45.68 sur 15 Gaulois de l'époque du fer, antérieurs d'un siècle au moins à la conquête de César. Sur 12 Gallo-Romains du troisième et du quatrième siècle de notre ère, il s'élève à 46.74. Ces différences sont peu importantes. Mais, lorsqu'on étudie les crânes des Francs mérovingiens, on voit l'indice nasal s'accroître tout à coup d'une manière notable. (Voir le tableau de la page suivante.)

J'ai mesuré l'indice nasal sur tous les crânes mérovingiens du musée de la Société d'antropologie. Ils sont au nombre de 97, mais 81 seulement ont la région nasal intacte ou à peu près intacte. De ces derniers, 55 proviennent de la grande sépulture de Chelles (Oise), qui a été fouillée sous mes yeux en août 1863. 15 autres ont été extraits, à la même époque, du cimetière mérovingien de Champlieu (Oise) par M. de Roucy ; le reste se décompose en trois ou quatre petites séries qui viennent de diverses localités.

Le cimetière de Chelles fut découvert par hasard, en défrichant une forêt située sur la lisière de la forêt de Compiègne. Il renfermait plus de mille tombes, qui toutes dataient de l'époque mérovingienne, et il avait probablement reçu des corps pendant plusieurs siècles. Il était sur un terrain en pente douce et je

supposai que les tombes de la partie la plus élevée étaient les plus anciennes; car les fouilles, commencées à ce niveau, ne donnèrent d'abord que des ossements très-altérés. J'eus grand'peine à en extraire une première série de 18 crânes mutilés et privés de l'une ou de l'autre mâchoire. Mais, en descendant plus bas, nous trouvâmes des squelettes mieux conservés ; et je pus recueillir alors 51 crânes en assez bon état. En même temps, M. de Roucy, qui dirigeait les fouilles en qualité d'archéologue, commença à découvrir dans les tombes des objets plus nombreux et mieux caractérisés, dont plusieurs étaient postérieurs au règne de Dagobert Ier. Il est donc probable que la séries des 51 crânes ne date pas d'une époque antérieure à la seconde moitié du septième siècle, et que les 18 crânes provenant de la partie haute du cimetière sont plus anciens.

La date des crânes mérovingiens de Champlieu et celle des crânes des autres provenances ne m'est pas connue. Je ne pense pas qu'elle soit déterminée autrement que par le mode de sépulture, qui, comme on sait, resta en usage jusque sous les rois de la seconde race.

Cela posé, l'indice nasal moyen de toutes nos séries mérovingiennes est de 48.87; mais il n'est pas le même sur toutes les séries partielles. 11 crânes seulement sur les 18 de la plus ancienne série de Chelles ont la région nasale plus ou moins conservée et donnent un indice moyen de 51.52. Dans l'autre série de Chelles, il y a un enfant qui ne compte pas; 8 crânes ont la région nasale brisée; les 44 autres ont un indice nasal moyen de 48.83. La moyenne totale des crânes de Chelles est de 49.36. Celle des 15 crânes de Champlieu est beaucoup plus faible et descend à 47.58. Enfin les 11 crânes mérovingiens de provenances diverses donnent une moyenne de 48.24.

Mais, au milieu de toutes ces variations, on découvre un fait constant : c'est que, dans toutes les sépultures mérovingiennes, l'indice nasal est sensiblement supérieur à celui des populations antérieures à l'arrivée des Francs. Ceux-ci apportaient donc avec eux un nouveau type nasal. On sait que, dès les premiers temps de la conquête, l'aristocratie franque contracta de nombreuses alliances avec l'aristocratie gallo-romaine; ce mélange progressif, où le sang de la race conquise devait graduellement supplanter celui

L'indice nasal des populations anciennes et modernes de la France.

	Ligne nn.			Ligne NS.			Indice nasal			Indice céphalique.	Nombre de crânes.
	Maxima.	Minima.	Moyennes.	Maxima.	Minima.	Moyennes.	Maxima.	Minima.	Moyennes.		
Époque du mammouth (Eyzies)....	24	22	**23**	51	49	**50**	48.98	45.09	**46**	74.25	2
Époque de la pierre polie...........	26 26	19.5 20.5	**22.90**	55 55	43 44	**48.70**	56.82 55.81	38.18 38.89	**46.93**	75.01	54
Époque de bronze (Ourrouy).......	25 24.5	20 21	**22.68**	53 52	45 46	**48.36**	52.08 51.08	37.73 42.30	**46.89**	79.26	11
Gaulois de l'époque du fer.........	26 25	19.5 20.5	**22.94**	54 54	45 45.5	**50.23**	57.78 53.19	36.32 40.74	**45.68**	76.93	15
Gallo-Romains (troisième et quatrième siècle)...................	27 24	22 23	**23.06**	54 53	46.5 48	**50.62**	51.90 50.94	43.39 44.23	**46.74**	78.55	12
Mérovingiens (septième siècle)......	29 28	19.5 20	**23.76**	60.5 59	40 40	**48.61**	61.90 60.22	37.95 39.64	**48.87**	76.36	81
Parisiens de la Cité (douzième siècle)	28.5 28	20 20	**23.46**	57 55.5	40 41	**48.62**	60.87 60.00	40.00 40.74	**48.25**	79.18	77
Parisiens des Innocents (seizième siècle)	27.5 27.5	19.5 20	**23.55**	57 57	41.5 43.5	**49.09**	59.75 58.89	38.58 40.00	**47.97**	79.56	101
Parisiens de l'Ouest (dix-neuvième siècle..........	29 28	19 20	**23.33**	58 58	42 42.5	**50.26**	58.33 58.13	37.50 39.47	**46.81**	79.44	123

de la race étrangère, fut sans doute dans l'origine très-peu uniforme et subordonné à des conditions qui variaient suivant les localités. On comprend ainsi pourquoi l'indice nasal des Mérovingiens présente des moyennes si différentes dans nos diverses séries. Sans exagérer la portée d'un fait tout local, qui peut-être dépend un peu du hasard, il n'est pas inutile de remarquer que cet indice est beaucoup plus grand sur les plus anciens crânes de Chelles que sur les autres; c'est probablement parce que ces derniers avaient déjà subi l'influence du croisement.

En tous cas, on peut tenir pour certain que les Francs avaient un indice nasal supérieur à 48; qu'ils n'étaient par conséquent pas leptorhiniens, comme les peuples de l'Europe occidentale, mais mésorhiniens, comme les peuples mongoliques. Ils étaient pourtant de race germanique, et les Germains modernes, ceux du moins dont j'ai pu étudier les crânes (malheureusement trop peu nombreux) dans les collections de Paris, sont aussi leptorhiniens que les Français. Il y a donc là un fait inexpliqué, qui dépend sans doute de quelque croisement inconnu. Les débris des hordes mésorhiniennes d'Attila se réfugièrent vers le Pannonie : rien ne permet de croire qu'aucun flot de ce courant mongolique ait descendu le cours du Rhin, et c'est sans doute d'une époque bien plus reculée, d'une époque antérieure à leur apparition dans l'Occident, que datait le croisement qui avait agrandi l'indice nasal des Sicambres. S'il y avait alors dans la Germanie d'autres peuples mésorhiniens, c'est une question que je pose sans essayer de la résoudre; je me borne à constater que, dans la série des faits qui me sont connus jusqu'ici, la mésorhinie des Francs, peuple de race blanche et blonde, constitue une exception unique.

Quoi qu'il en soit, l'arrivée des Francs avait augmenté d'une manière notable l'indice nasal moyen de la population de la Gaule septentrionale, ou plutôt de la partie riche de cette population, de celle qui logeait ses morts dans les auges en pierre. Nous allons suivre maintenant les modifications de l'indice nasal dans les époques ultérieures. (Voir le tableau ci-contre.) Sous les rois francs, Paris était devenu la capitale de la Neustrie; la classe aristocratique y affluait; elle y était assez nombreuse pour échapper mieux qu'ailleurs à l'action du mélange. Au douzième siècle,

l'indice nasal moyen des Parisiens était encore mésorhinique; mais il était déjà descendu de 48.87, chiffre moyen des Mérovingiens, à 48.25, chiffre très-voisin de la leptorhinie. Dans les siècles suivants, il continua à diminuer. Il n'est plus que de 47.97 dans la série des crânes extraits de l'ancien cimetière des Innocents, postérieur au treizième siècle et antérieur au dix-neuvième (1). Enfin, chez les Parisiens modernes, représentés par la grande série du cimetière de l'Ouest, il est réduit à 46.81; il est revenu au chiffre qu'il présentait avant l'époque franque, et l'empreinte de la race étrangère se trouve désormais effacée.

Le tableau de décomposition par indices nous présente le même résultat. Sous une autre forme, on peut y voir que l'amplitude des oscillations de l'indice nasal est plus grande dans la série mérovingienne que dans les séries suivantes, et que cette décroissance est due à l'abaissement progressif du maximum. L'étendue des écarts de l'indice nasal, comme de tous les autres caractères, dépend des cas extrêmes, qui sont le résultat des variations individuelles, et celles-ci ont d'autant plus de chances d'apparaître que les séries sont plus nombreuses. Toutes choses égales d'ailleurs, les 122 crânes du dix-neuvième siècle devraient donc offrir un écart plus grand que les 81 crânes mérovingiens; or nous constatons précisément le contraire. Ce fait ne peut donc être expliqué que par un croisement dont les effets, encore récents et évidents chez les Mérovingiens, se sont atténués dans les siècles suivants, et on remarquera que la répartition des divers degrés de l'indice nasal est redevenue, au dix-neuvième siècle, très-semblable à ce qu'elle était dans les temps qui ont précédé l'époque mérovingienne.

Les faits consignés dans le paragraphe précédent avaient déjà montré l'importance de l'indice nasal dans l'étude des caractères propres à établir à la fois la distinction des races et leurs affinités. Ceux que je viens d'exposer montrent que ce caractère peut en outre fournir des notions utiles dans la recherche si difficile des éléments ethniques qui ont pris part à la formation d'une race croisée. J'appelle donc l'attention des anthropologistes sur l'étude des deux lignes nasales et de leur rapport. Mais je ne saurais

1. Sur les tableaux, les crânes des Innocents ont été, par abréviation, rapportées au seizième siècle.

	Largeur maxima des narines (ligne *nn*)			Distance de la racine du nez à l'épine nasale (ligne *NS*)			Indice nasal ou 100 *nn* / *NS*			Indice céphalique moyen.	Nombre des crânes des séries.
	Maxima.	Minima.	Moyennes	Maxima.	Minima.	Moyennes	Maxima.	Minima.	Moyennes		
Français nouveau-nés à terme	14	10	**12.02**	21	17	**19.33**	72.22	52.38	**59.26**		24
I. — Races platyrhiniennes											
Races noires d'Afrique et d'Océanie (groupe dit *Ethiopique*).											
Hottentots et Boschimans	31 31	21 23	**26.09**	53 53	36 38	**44.69**	72.22 72.08	47.17 50.89	**58.38**	**72.42**	16
Nègres de l'Afrique occidentale	30 30	22 23	**26.26**	55 55	41 41	**47.93**	65.11 63.83	43.13 43.86	**54.78**	**73.40**	83
Cafres	29.5 29	23.5 25	**27.05**	52 52	44 45	**49.19**	64.44 63.63	48.07 50.00	**54.99**	**72.54**	18
Madagascar	29.5 28.5	24 24.5	**26.66**	54 52	41 42	**48.96**	67.04 60.97	44.44 48.03	**54.46**	**76.89**	15
Nubiens de l'île d'Eléphantine	29 27	21 23	**25.50**	53 52	39 41	**46.22**	65.85 64.28	45.65 46.00	**55.17**	**73.72**	22
Australiens	28 27	21 22	**25.25**	53 52	41 42	**47.29**	62.22 56.82	42.30 50.00	**53.39**	**71.93**	14
Tasmaniens	31 29	25 25	**27.25**	59 50	40 43	**47.88**	63.26 62.79	42.37 55.32	**56.92**	**76.01**	8
Néo-Calédoniens, musées de Caen (12) et de la Société d'Anthropologie (6)	30 28	21 23	**25.52**	54 52	39 41	**46.66**	60.97 60.00	47.91 50.00	**54.70**		18
Néo-Calédoniens croisés du Muséum	30 29	20 21	**24.84**	.54 54	42 42	**48.91**	65.21 64.28	37.73 42.00	**50.78**	**72.52**	48
II. — Races leptorhiniennes											
Races blanches (groupe dit *Caucasique*).											
Parisiens modernes (cimetière de l'Ouest)	29 28	19 20	**23.53**	58 58	42 42.5	**50.26**	58.33 58.13	37.50 39.47	**46.81**	**79.44**	122
Basques français (St-Jean-de-Luz)	27 27	20 20	**23.15**	57 55	40 43	**49.46**	56.82 54.00	36.84 39.20	**46.80**	**80.25**	53
Bas-Bretons	29.5 26	20 21	**23.14**	55 54	41 47	**49.83**	62.76 53.66	38.89 39.21	**46.83**	**78.94**	18
Alsace et Lorraine	24 24	19 21	**22.23**	51 50.5	43.5 46.5	**48.22**	48.93 48.93	42.85 43.56	**46.10**	**82.93**	11
Bavière et Souabe	25 24.5	22 23	**23.75**	62 52	43 48	**50.50**	58.13 51.04	38.71 42.30	**47.03**	**84.87**	6
Russes	27 26	21 22	**23.96**	54 54	41 46	**51.14**	56.09 52.94	39.62 42.30	**46.85**	**82.81**	14
Roumains	26 25.5	20 26	**24.50**	56 56	50 50	**52.60**	52.00 51.00	35.71 44.64	**46.57**	**78.31**	5
Basques espagnols (de Zaraus)	26 25	18 19	**22.25**	56 55	41 42	**49.76**	56.82 55.92	38.00 38.46	**44.71**	**77.62**	53
Guanches (Canaries)	26 24.5	20 21	**22.97**	60 57	45 44	**51.91**	49.00 48 98	36.66 36.84	**44.25**	**75.52**	17

	Largeur maxima des narines (ligne *nn*)			Distance de la racine du nez à l'épine nasale (ligne *NS*)			Indice nasal ou 100 *nn* / *NS*			Indice céphalique moyen.	Nombre des crânes des séries.
	Maxima.	Minima.	Moyennes	Maxima.	Minima.	Moyennes	Maxima.	Minima.	Moyennes		
Berbères (Kabiles)	26 25	20 20	**22.85**	58 58	46 48	**51.60**	50.00 50.00	37.06 39.65	**44.28**	**74.63**	10
Arabes	25 25	21 22	**23.53**	56 56	47.5 47.5	**51.63**	52.08 47.42	42.85 43.13	**45.57**	**74.06**	15
Syriens de Gebel-Cheikh et de Damas	27 27	21.5 21.5	**24. 0**	57.5 57	47 48	**52.76**	52.94 51.02	38.39 42.10	**45.87**		17
Egyptiens modernes (Coptes)	26 25	19.5 20	**23.83**	60 53	46.5 47	**50.54**	52.53 50.00	41.48 43.01	**47.15**	**76.39**	12
Egypte ancienne (momies)	27 27	19 20	**23.77**	62 58.5	38.5 43	**49.64**	57.78 57.14	40.42 40.81	**47.88**	**75.58**	18
III. — Races mésorhiniennes											
1° *Races blanches ou colorées* du groupe dit *Mongolique*.											
Lapons	26 25	21 22	**23.95**	49 48	43 44	**47.63**	53.32 54.34	45.09 48.07	**50.29**	**85.63**	11
Finnois	27.5 26	24.5 25	**25.80**	53 53	48 52	**51.80**	54.16 51.88	46.22 47.17	**49.80**	**83.69**	5
Esthoniens	26 26	24 25	**25.25**	5 51	45 45.5	**48.12**	57.78 54.44	49.01 50.90	**52.46**	**80.39**	4
Mongols divers (Tartares, Kalmouks)	28 28	23 23	**25.23**	58 56	45 46	**51.82**	60.87 52.83	41.07 43.10	**48.68**	**81.40**	11
Chinois	28.5 28.5	23 23	**25.70**	59 57	47 48	**52.96**	57.29 55.88	40.35 41.07	**48.53**	**76.69**	27
Indo-Chine	29 28	23 24	**25.75**	53 52	42 43	**47.65**	66.66 56.97	46.15 48.93	**54.04**	**83.16**	10
2° *Malayo-Polynésiens*.											
Polynésiens (îles Marquises)	27.5 27.5	22 22	**25.42**	56 55	46 47	**51.66**	58.69 57.44	40.74 42.30	**49.25**	**76.18**	26
Javanais	30 29	22 22.5	**25.90**	56 55	44.5 46	**50.31**	62.50 61.54	44.23 44.64	**51.47**	**81.61**	29
Autres Malais	31 30	21 21.5	**25.76**	55 55	44.5 45.5	**51.22**	60.29 58.82	42.59 43.51	**50.29**	**79.02**	27
Papous	29 28	22 24	**25.40**	55 54	44 47	**50.25**	57.44 56.82	44.00 47.05	**50.54**	**75.07**	10
3° *Amérique*.											
Peaux-Rouges (non déformés)	31 30	22 23	**26.18**	59 57	44 46	**51.82**	61.38 60.87	43.63 40.67	**50.52**	**79.25**	36
Mexicains (non déformés)	30 28	19.5 22	**24.70**	55 52.5	45 45.5	**48.48**	60.22 57.78	41.92 43.63	**50.94**	**78.12**	25
Péruviens	29.5 29	21 21.5	**24.41**	57 55.5	42 43	**48.60**	61.70 59.67	39.64 41.22	**50.23**	**78.69**	14
Autres Américains du Sud	31 29	21.5 22.5	**25.53**	62 60	48 48	**53.01**	56.38 55.77	39.44 39.81	**48.13**	**79.16**	27
Esquimaux	25 25	20 21	**23.07**	60 57	46 51	**54.50**	49.01 44.64	38.59 38.89	**42.33**	**71.40**	14

		46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36		NOMBRE DE CRANES
Fran		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
Hott		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16
Nègr		1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	83
Cafr.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18
Mada.		.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15
Nubi		2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22
Aust.		.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	14
Néo-1		5	3	2	.	1	.	.	.	.	1	.	.	48
Poly	3	3	1	1	1	2	.	1	.	.	.	.	.	38
Java	3	4	2	2	2	2	.	.	.	.	.	.	.	56
Chin	1	1	3	3	1	1	1	1	.	.	.	.	.	27
Peau	3	2	3	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	36
Mexi	2	1	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	25
Péru	3	3	6	1	1	.	1	.	1	.	.	.	.	41
Autr	1	2	1	2	.	3	.	.	2	.	.	.	.	27
Fran	9	2	5	5	5	1	1	1	.	2	.	.	.	54
—														
	.	5	6	5	2	4	.	1	.	.	1	1	.	38
—	6	9	5	3	2	5	3	.	1	.	1	.	.	81
—	6	8	1	5	7	2	2	3	.	.	.	.	.	76
—	7	10	9	8	6	3	3	2	.	1	.	.	.	101
—	9	10	9	9	9	9	9	6	2	.	1	.	.	122
—	1	7	4	6	4	2	3	.	1	.	.	1	.	53
Basq	1	6	4	4	10	5	2	7	.	2	1	.	.	53
Guar	1	1	4	1	1	1	3	.	.	.	.	2	.	17
Berb	.	.	1	.	1	.	2	.	1	.	1	.	.	10
Arab	2	2	2	5	1	.	1	1	.	.	.	.	.	16
Syrie	1	1	3	1	2	3	.	.	.	1	.	.	.	17
Egyp	4	5	9	5	2	7	2	2	.	.	.	.	.	81
—	1	.	2	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	12
Esqu	1	.	1	1	3	1	1	2	2	1	.	.	.	14
	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36		

trop répéter, en terminant, que l'indice nasal est sujet, plus que la plupart des autres caractères, à l'influence perturbatrice des variations individuelles, et que les résultats qu'il fournit doivent, pour être valables, être relevés par la méthode des moyennes sur des séries suffisamment nombreuses.

SUR L'INDICE ORBITAIRE

(*Association française pour l'avancement des sciences*. Congrès de Lille. 1874, p. 686.)

La conformation des régions orbitaires présente, suivant les individus et suivant les races, des différences très-étendues, qui influent considérablement sur la *physionomie* des crânes et qui ont été signalées par tous les observateurs; ces différences dépendent en partie de la direction des orbites, dont je n'ai pas l'intention de m'occuper ici, mais elles dépendent surtout de leur forme, qui dépend à son tour de l'étendue relative de leur diamètre transversal ou de leur diamètre vertical. C'est le rapport de ces deux diamètres que j'ai désigné sous le nom d'*indice orbitaire*. J'ai depuis longtemps étudié cet indice dans divers mémoires relatifs à certaines séries de crânes; mais j'en fais aujourd'hui pour la première fois l'objet d'une étude générale.

Les anatomistes assignent à l'ouverture orbitaire une forme quadrilatère; ils y distinguent quatre bords parallèles deux à deux, et interceptant quatre angles: deux internes et deux externes. Le parallélisme des bords opposés n'est sans doute point parfait; les angles, toujours plus ou moins émoussés, sont quelque fois tout à fait arrondis; néanmoins le contour des ouvertures orbitaires peut toujours être inscrit dans un quadrilatère assez régulier pour pouvoir être considéré comme un rectangle. La forme de ce rectangle circonscrit constitue la meilleure caractéristique de l'orbite, et elle est indiquée par l'indice orbitaire.

La forme d'un rectangle résulte des dimensions relatives de ses deux côtés. Celle du rectangle orbitaire et de l'ouverture

orbitaire est donc déterminée par le rapport de la plus grande hauteur de cette ouverture à sa plus grande largeur.

Disons d'abord de quelle manière on peut mesurer les deux diamètres de l'orbite; si le diamètre transversal était toujours horizontal, on obtiendrait ce diamètre en mesurant dans l'ouverture orbitaire la plus grande ligne horizontale; mais comme il est presque toujours un peu oblique de haut en bas et de dedans en dehors, une ligne horizontale ne serait pas parallèle à la base du rectangle orbitaire, et donnerait dès lors une trop grande longueur. Il faut donc procéder autrement, et recourir à un point de repère anatomique.

Vers le milieu du bord interne de l'orbite, on aperçoit une suture transversale formée en haut par l'apophyse orbitaire interne du frontal, en bas par deux os: l'apophyse montante du maxillaire, qui est en avant et l'os unguis ou lacrymal, qui est en arrière. Il y a donc sur cette suture un point où une épingle peut toucher à la fois trois os, le frontal, le maxillaire et l'unguis. C'est ce point que j'appelle le *point lacrymal*, et qui constitue l'extrémité interne du diamètre transversal de l'orbite.

Au-dessous du point lacrymal existe une gouttière verticale assez profonde interceptée par le maxillaire et par l'unguis, et aboutissant en bas au *canal nasal* ou *lacrymal*. Cette gouttière loge le sac lacrymal; c'est une dépression de profondeur variable, qui est surajoutée à l'orbite, mais qui n'en fait pas essentiellement partie; si notre diamètre transversal venait y aboutir, il se trouverait indûment allongé de 1 à 2 millimètres, et un détail de très-minime importance, limité à un petit coin de l'ouverture orbitaire, donnerait le change sur la forme générale de cette ouverture. *Ce n'est donc pas dans la gouttière lacrymale, mais sur le point lacrymal qui la surmonte*, que doit être appliquée la branche interne du compas.

L'autre branche est appliquée sur le bord externe de l'orbite dans le point qui donne le plus grand écartement. La ligne qui unit les deux pointes du compas ainsi placé est parallèle aux deux bords dits horizontaux des orbites, et est à peu près à égale distance de chacun d'eux.

Le second diamètre, celui qui mesure la hauteur de l'orbite, doit être perpendiculaire au précédent. Pour l'obtenir, on place

l'une des pointes du compas sur le milieu, ou à peu près, du bord inférieur de l'orbite, en un point situé immédiatement au-dessus du trou sous-orbitaire. L'autre pointe va s'appliquer sur le bord supérieur de l'orbite, c'est-à-dire sur le bord inférieur de l'arcade orbitaire, suivant une ligne perpendiculaire à la direction du diamètre transversal déjà déterminé.

Ces mesures doivent être prises avec la plus grande précision, non pas seulement à un millimètre près, comme on le fait pour les mesures ordinaires, mais à *un demi-millimètre près*, car, sur des dimensions aussi petites, une erreur d'un millimètre pourrait faire varier le chiffre de l'indice de deux unités. Il était donc indispensable de préciser rigoureusement le procédé de mensuration. Le seul instrument qui permette d'atteindre avec précision est le *compas-glissière* (fig. 11, p. 305) à branches parallèles et pointues. On l'introduit fermé dans l'orbite, et on l'ouvre jusqu'à la rencontre des points de repère, suivant une direction rendue évidente par celle de la longue branche transversale du compas. L'échelle gravée sur cette branche permet de lire aisément les demi-millimètres.

L'indice orbitaire, comme tous les autres indices crâniométriques, est le rapport centésimal de deux éléments dont l'un B est pris constamment pour dénominateur, et l'autre A pour numérateur, suivant la formule : indice $= \frac{100\ A}{B}$

Le plus souvent l'une des deux mesures est invariablement plus grande que l'autre ; c'est celle-là que l'on prend pour dénominateur, de sorte que l'indice est plus petit que 100. Mais quelquefois, l'une des deux mesures est tantôt la plus grande et tantôt la plus petite ; on choisit alors pour dénominateur la mesure que l'expérience a démontrée être ordinairement la plus grande. L'indice que l'on obtient ainsi est donc ordinairement plus petit que 100, mais il peut atteindre et quelquefois dépasser ce chiffre. C'est le cas de l'indice orbitaire. La largeur de l'orbite, étant presque toujours supérieure à sa hauteur, a été prise pour dénominateur, même lorsque, par exception, elle lui est inférieure.

Je dirai d'abord quelques mots des dimensions absolues de l'ouverture orbitaire.

La largeur de cette ouverture chez l'adulte peut descendre jusqu'à 32mm5, et s'élever jusqu'à 47mm. Les quatre orbites les plus étroites que j'aie mesurées sont celles d'une Parisienne du XIIe siècle (32mm5), de deux femmes de l'ancienne Égypte (33mm) et d'une femme basque de Saint-Jean-de-Luz (33mm).

Les maxima de cette largeur ont été 47mm sur un Guanche, 46 sur un Néo-Calédonien et 45 sur un Australien.

Les limites extrêmes de la hauteur ont été :

Minima : un Tasmanien 25mm, puis à 26mm un Mérovingien, une femme des grottes de Baye (pierre polie) et le célèbre vieillard de Cro-Magnon (pierre taillée).

Maxima : Une femme arabe à 40mm5, puis à 39mm deux Chinois, un Bas-Breton et un Parisien du XIXe siècle.

On remarquera, pour ce qui concerne les largeurs, que les maxima ont été observés sur des hommes et les minima sur des femmes ; mais il en est autrement de la hauteur : quoique en général cette mesure soit plus grande chez l'homme que chez la femme, le maximum a été observé sur une femme, et le minimum sur un homme.

Les dimensions absolues des orbites dépendent pour beaucoup des variations individuelles, mais elles dépendent beaucoup aussi de l'influence de la race. Dans les nombreuses séries que j'ai mesurées j'ai vu la *largeur moyenne* de l'orbite descendre au-dessous de 37mm et s'élever au-dessus de 42mm. Les trois plus faibles moyennes sont celles des Chinois (36.74), des anciens Égyptiens (36.97) et des Polynésiens (37.29). Les trois plus fortes sont celles des Guanches (42.30), des Cafres (41.31), et des Esquimaux (40.46). La *hauteur moyenne* a présenté ses trois chiffres les plus faibles dans les grottes sépulcrales de Baye (30.73), dans la caverne sépulcrale de l'Homme-Mort (31.07), et chez les Tasmaniens (31.44), — et ses trois chiffres les plus forts chez les Esquimaux (36.19), les Chinois (34.43) et les Polynésiens (34.40).

L'*indice orbitaire* présente des variations bien plus étendues que les diamètres dont il exprime le rapport. Entre le maximum de 107, que j'ai constaté sur un Chinois, et le minimum de 61.36, observé sur le vieillard de Cro-Magnon (pierre taillée), il y a un écart de près de 46 0/00. Mais l'écart reste dans des li-

mites beaucoup plus étroites si, au lieu des cas individuels, on considère les moyennes des diverses séries ; on verra sur le tableau qui accompagne cette notice que la plus forte moyenne, celle des Polynésiens d'Hawaï, s'élève à 95. 40 0/00, que la plus faible, celle des Guanches de Ténériffe, descend à 70.01, et que l'écart de ces moyennes n'est que de 18.39 0/00.

Si nous divisons cet écart total en trois parties à peu près égales, comprenant chacune 6 unités, nous pourrons établir trois groupes dans notre tableau :

1er groupe. — Indice orbitaire grand, 89 0/00 et au delà ;
2e groupe. — Indice intermédiaire, de 83 à 88.99 0/00 ;
3e groupe. — Indice orbitaire petit, au-dessous de 83 0/00.

La répartition des diverses races dans ces trois groupes est loin d'être sans signification ethnologique ; elle établit des affinités et des différences qui ne doivent pas être méconnues ; mais elle établit aussi des rapprochements qui ne concordent pas avec l'ensemble des caractères crâniologiques. Ces groupes n'offrent donc pas assez d'homogénéité pour qu'il soit nécessaire de compliquer la nomenclature crâniologique en créant, pour les désigner, une terminologie spéciale. Il suffira de leur appliquer les termes de la nomenclature générale que j'ai adoptée pour exprimer les degrés des indices crâniométriques.

Cette nomenclature consiste à caractériser un indice par trois épithètes, suivant qu'il est grand, moyen ou petit. Le radical *sème* (de σῆμα, signe ou indice) commun aux trois termes, se combine avec les adjectifs grecs pour constituer les trois mots *mégasème*, grand indice, *mésosème*, indice moyen, et *microsème*, indice petit. Dans la nomenclature spéciale de l'indice céphalique, mégasème correspond à brachycéphale, mésosème à mésaticéphale, microsème à dolichocéphale; dans celle de l'indice nasal, mégasème correspond à platyrhinien, mésosème à mésorhinien, microsème à leptorhinien. Quant aux autres indices, y compris l'indice orbitaire, il ne m'a pas paru indispensable jusqu'ici de les caractériser autrement que par les termes généraux que je viens d'indiquer.

On peut voir sur le tableau de l'indice orbitaire que le groupe

mégasème (indices moyens supérieurs à 89) réunit les Chinois, les Polynésiens des divers archipels, et les Esquimaux, qui tous se rattachent au type mongolique. Ce groupe serait donc homogène, si les Hollandais ne venaient y faire une note discordante.

Le groupe microsème donne lieu à deux remarques intéressantes : on y trouve, avec des indices moyens presque égaux, les trois séries mélanésiennes des Tasmaniens, des Australiens et des Néo-Calédoniens, rapprochement parfaitement conforme aux affinités ethniques et géographiques.

Un autre fait non moins digne d'attention, c'est que dans ce même groupe microsème se trouvent réunies en tête du groupe les quatre séries préhistoriques des alluvions de Grenelle (82,58), de Solutré (82,07), des grottes de Baye (81,89) et de la caverne de l'Homme-Mort (81,91). Les séries modernes de la France (Parisiens, Auvergnats, Bas-Bretons, Basques de Saint-Jean-de-Luz), ont au contraire un indice orbitaire mésosème, compris pour les quatre séries entre 86,18 et 87,25. La comparaison de ces deux groupes prouve que l'indice orbitaire s'est grandement accru dans notre pays depuis les temps préhistoriques. L'excessive petitesse de cet indice, c'est-à-dire la forme élargie et surbaissée de l'ouverture orbitaire, constituait l'un des caractères les plus remarquables de nos races paléolithiques. L'indice orbitaire du vieillard de Cro-Magnon était, comme je l'ai déjà dit, réduit à 61,36 ; celui de la femme de Cro-Magnon n'était que de 71,25, et la moyenne de ces deux individus dépassait à peine 66, cette moyenne n'a pas été portée sur le tableau parce que deux faits ne constituent pas une série. Il est permis de croire dès lors que les races néolithiques de l'Homme-Mort, de Baye et de Grenelle étaient issues en grande partie des races paléolithiques, que leur indice orbitaire avait déjà été sensiblement accru par suite d'un certain degré de mélange avec des races étrangères, mais qu'il restait encore très-petit, et que depuis lors l'influence croissante de ces races étrangères a porté l'indice orbitaire jusqu'au degré qu'il présente aujourd'hui. Quant à la série de Solutré, elle est certainement pour une grande part, paléolithique ; vous savez que M. l'abbé Ducrost soutint, contre M. Arcelin, qu'une partie des crânes qui la composent sont néolithiques. Il faut bien reconnaître que, d'après

l'indice orbitaire, elle se place à côté des séries néolithiques. On remarquera toutefois que la station de Solutré, dans sa partie la plus ancienne, est bien postérieure à l'époque de Cro-Magnon, et que le mélange de races qui a agrandi l'indice orbitaire a très-bien pu commencer à se produire pendant les derniers temps de l'époque de la pierre taillée (1).

Nous n'avons qu'une seule remarque à faire sur le groupe mésosème ; c'est qu'il est très-disparate, qu'on y trouve confondues des races de tout type : Javanais, Égyptiens, Arabes, Nègres et Européens. Le caractère de l'indice orbitaire n'est donc pas de ceux qui peuvent servir à établir dans le genre humain des groupes primaires; s'il révèle des affinités intéressantes, on ne le voit pas se développer dans la série des races, suivant un ordre déterminé, et sous ce rapport il est bien moins important que l'indice nasal. Mais le point de vue de la classification n'est pas le seul sous lequel on doive se placer. On ne classe bien que ce que l'on connaît complétement, et l'ordre logique, — auquel on n'a pas toujours la patience de s'astreindre, — veut que l'étude des caractères descriptifs précède la recherche des groupes naturels. Or, parmi les caractères morphologiques des races humaines, il en est peu qui offrent plus d'intérêt que la forme des ouvertures orbitaires, déterminée par l'étude de l'indice nasal.

Un mot enfin sur les différences sexuelles. Notre tableau montre que l'indice orbitaire moyen de la femme est presque toujours plus grand que celui de l'homme. L'inégalité est d'ailleurs moindre que ne semblent l'indiquer les chiffres inscrits dans la colonne des différences. Si l'on tient compte des grandes variations individuelles que présente cet indice, on reconnaîtra que les moyennes ne sont valables que lorsqu'elles reposent pour chaque sexe sur l'étude de dix crânes au moins, Ainsi la différence sexuelle, dans la série des Arabes, s'élève à 8,65 0/00, mais il n'y a que deux femmes dans cette série, et la moyenne féminine ne nous offre aucune garantie. Bornons-nous donc à considérer les quatorze séries qui comprennent au moins dix

1. La série préhistorique de Solutré décrite dans le volume de la session de Lyon (1873, p. 631), comprend 18 crânes, mais 10 seulement ont les orbites intactes. L'indice orbitaire moyen de cette série est de 82.07, et non de 82.87, comme on l'a imprimé par erreur dans le volume de Lyon.

crânes de femmes, et nous verrons alors que la différence sexuelle moyenne ne dépasse jamais 4,30 0/00, que cette différence est quelquefois très-légère, et inférieure à 1 0/00, qu'enfin elle est toujours en faveur des femmes, excepté chez les Bas-Bretons, où l'indice masculin l'emporte de 0,39 0/00 sur l'indice féminin.

INDICE ORBITAIRE N° 2

CLASSEMENT PAR ORDRE DES INDICES MOYENS, ET DIFFÉRENCES SEXUELLES

	SÉRIES TOTALES		HOMMES		FEMMES		DIFFÉRENCE F = H ±
	nomb.	Indices.	nomb.	indices.	nomb.	indices.	
1° Mégasèmes.							
Hawaï	7	95.40	4	96.73	3	93.51	— 3.22
Chinois	27	93.85	20	93.12	7	95.91	+ 2.79
Polynésiens divers	40	92.02	21	92.56	15	92.68	+ 0.12
Iles marquises	28	91.21	15	91.52	10	92.64	+ 1.12
Zaandam (Hollande)	49	90.93	22	88.95	22	92.94	+ 3.49
Ile de Pâques	4	90.27	1	86.48	2	91.67	+ 5.19
Esquimaux	13	89.44	9	90.05	4	88.05	— 2. »
Parias de Calcutta	11	89.29	7	86.15	3	95.45	+ 9.30
2° Mésosèmes.							
Corses	28	88.64	13	85.92	8	92.08	+ 6.16
Savoyards	17	88.59	10	87.47	7	90.2[illegible]	+ 2.75
Javanais	29	88.46	18	88.55	6	87.58	— 0.97
Egyptiens anciens	112	87.97	51	86.29	52	89.90	+ 3.61
Gaulois	34	87.52	24	86.37	10	90.38	+ 4.01
Berneuil (Charente-Infér.) (modernes)	11	87.30	8	87.04	2	87.22	+ 0.18
Bas-Bretons (modernes)	63	87.25	32	87.04	26	86.65	— 0.39
Arabes	17	86.73	14	85.58	2	94.23	+ 8.65
Avergnats (modernes)	87	86.55	43	85.72	28	87.76	+ 2.04
Parisiens au XIX[e] siècle	122	86.45	76	85.70	40	88.17	+ 2.47
Basques de Saint-Jean-de-Luz	53	86.18	32	85.46	14	88.51	+ 3.05
Negres	84	85.40	55	84.91	24	87.46	+ 2.55
Lapons	10	84.45	5	85.98	3	81.14	— 4.84
Basques de Zarans	53	83.95	26	83.67	20	83.83	+ 0.16
Hottentots	16	83.82	10	84.47	3	82.71	— 1.76
Parisiens de la cité (XII[e] siècle)	77	83.76	43	82.14	27	86.44	+ 4.30
Dolmens de la Lozère	6	83.49	4	83.23	1	83.78	+ 0.55
3° Microsèmes.							
Préhistorique de Grenelle	4	82.58	2	81.71	2	83.56	+ 1.85
Solutré (série ancienne)	10	82.07	6	81.17	4	83.43	+ 2.26
L'Homme Mort (pierre polie)	14	81.91	5	80. »	5	81.72	+ 1.72
Baye (pierre polie)	39	81.89	25	81.41	13	82.06	+ 0.65
Nubiens	22	81.40	10	81.07	7	82.08	+ 1.01
Mérovingiens de Chelles	55	81.27	30	79.92	21	82.89	+ 2.97
Cafres	8	81.09	7	80.07	1	88.09	+ 8.02
Néo-Calédoniens	49	80.59	22	78.86	21	82.85	+ 3.99
Australiens	14	80.07	10	78.82	3	82.32	+ 3.50
Tasmaniens	8	79.33	5	78.32	3	81.14	+ 2.82
Guanches de Ténériffe	11	77.01	9	76.53	2	79.27	+ 2.74

DISCUSSION

M. HOVELACQUE. — La valeur descriptive de l'indice orbitaire est-elle toujours égale à celle de l'indice céphalique ? Les oscillations me paraissent plus considérables dans le premier. Sur une douzaine de crânes savoyards que j'ai étudiés tout récemment — crânes de femmes pour la très-grande partie, — l'oscillation n'est que de 10 pour cent lorsqu'il s'agit de l'indice céphalique et elle est de plus de 20 lorsqu'il est question de l'indice orbitaire. Il se peut, à la vérité, que dans telle ou telle race, tel ou tel indice soit sujet à de plus amples oscillations, mais je serais surpris si l'indice orbitaire devait être placé définitivement sur le même pied que l'indice céphalique en ce qui concerne la fluctuation individuelle.

M. BROCA répond qu'il est loin d'attribuer à l'indice orbitaire une importance égale à celle de l'indice céphalique et de l'indice nasal.

RECHERCHES

SUR

L'INDICE ORBITAIRE

(*Revue d'anthropologie.* T, IV, 1875, p. 577-619.)

---

§ 1. — *Remarques préliminaires.*

Tous les caractères d'ordres si divers qu'étudient les anthropologistes présentent des variations assez étendues qui servent à distinguer les *individus*, les *races* et les *types anthropologiques*.

L'individu n'a pas besoin d'être défini. La race est formée par l'ensemble des individus qui ont un grand nombre de caractères communs transmissibles par hérédité, et qui se ressemblent assez pour qu on puisse les considérer comme affiliés par le sang. Un seul caractère très-accusé, ou un petit nombre de caractères même très-secondaires, pourvu qu'ils aient une certaine constance, suffisent pour distinguer deux races, quand même on saurait qu'il existe entre elles quelque parenté dans le passé. Les races sont donc très nombreuses, mais lorsqu'on les compare pour les classer, on constate qu'elles peuvent se ramener à un petit nombre de groupes qui constituent les *divisions primaires* du genre humain. Ces groupes sont les *types anthropologiques.* Il y en a trois principaux : le type caucasique, le mongolique et l'éthiopique; je dirai même qu'il n'y en a que trois, conformément à la classification de Cuvier, si la race esquimau ne formait pas à elle seule, par l'assemblage singulier des caractères qui la distinguent, un groupe isolé qui me paraît motiver l'admission d'un quatrième type.

Ces groupes primaires, au nombre de trois, ou plus, suivant les auteurs, sont souvent désignés sous le nom de *races primaires* ou de *souches primaires;* mais ces expressions sont défectueuses; elles supposent résolu le problème des origines; les mots souche et race font naître l'idée d'une filiation; or, d'une part, rien ne prouve que les diverses races groupées ensemble soient réellement consanguines, et d'une autre part rien ne prouve non plus qu'il n'y ait aucune filiation entre deux races rangées dans des groupes différents. Ce qui motive la réunion de plusieurs races dans un groupe, c'est un ensemble de caractères qui leur sont communs, et qui ne se trouvent réunis dans aucune autre race. Cet ensemble de caractères constituent le *type* du groupe; et le groupe est caractérisé par ce type, sans préjudice des différences très-notables qui peuvent d'ailleurs exister entre les races qui le composent.

Le type n'est pas, comme la race, une réalité matérielle. C'est une pure abstraction. Pris dans son acception générale, le mot type s'applique à toute conception synthétique qui se dégage de la comparaison de plusieurs êtres ou groupes d'êtres plus ou moins analogues; ainsi nous disons le type d'une famille, le type d'une race, comme on dit en zoologie le type d'une espèce, d'un genre, d'un ordre, d'une classe. L'acception de ce mot est donc plus ou moins étendue suivant la nature des groupes que l'on étudie. En anthropologie générale on considère avant tout les groupes primaires dont nous venons de parler, et c'est à eux que s'applique l'expression de *types anthropologiques.*

Dans cette répartition des individus en races et des races en types anthropologiques, la crâniologie fournit son contingent de faits, et, parmi les caractères qu'elle constate, elle attache à juste titre une importance de premier ordre à ceux qui concourent à la détermination des groupes primaires. Après ces caractères *typiques* le second rang appartient aux caractères *ethniques* qui servent à distinguer les races; et les caractères *individuels,* quelque intéressants qu'ils soient d'ailleurs, n'occupent que le troisième rang.

On ne connaît jusqu'ici qu'un assez petit nombre de caractères crâniologiques qui soient vraiment typiques. Je me suis efforcé de montrer, dans de précédents mémoires, que l'on doit consi-

dérer comme tels l'indice nasal et les angles occipitaux (1). L'angle facial le serait aussi, d'après la célèbre doctrine de Camper; les recherches de mon collègue et ami, M. Topinard, ont prouvé que ce caractère est loin d'avoir toute l'importance qu'on lui a attribuée (2), mais j'ai lieu de croire que cet angle, mesuré d'une manière plus correcte à l'aide du goniomètre facial médian, qui évite la saillie trompeuse de l'épine nasale, recouvrera une partie de sa valeur. Le prognathisme, étudié également dans ce journal par M. Topinard (3), constitue un quatrième caractère typique; il y en a d'autres, sans doute, mais qui n'ont pas encore été mis à l'épreuve avec la même rigueur et qui, par conséquent, ne peuvent pas encore prendre place dans cette courte énumération.

L'indice orbitaire, que je me propose d'étudier aujourd'hui, ne saurait être rangé sans restriction au nombre des caractères typiques; il offre cependant une importance bien supérieure à celle des caractères simplement ethniques, car il établit une distinction très-nette entre toutes les races du type mongolique et toutes celles du type éthiopique. Il vient en outre apporter un nouvel argument en faveur de la classification primaire de Cuvier. On sait que cet auteur avait réuni en un seul groupe, sous le nom de « race mongolique », les trois groupes nommés par Blumenbach, mongolien, américain et malais (ou polynésien). Cette vue synthétique, acceptée d'abord assez généralement, n'est plus en faveur aujourd'hui. Le soin, d'ailleurs très-louable, que l'on a mis à distinguer les races les unes des autres a conduit à reconnaître que ces races sont très-nombreuses; on insiste donc sur leurs différences plus volontiers que sur leurs analogies; et la division de Cuvier étant celle qui se réduit au plus petit nombre de termes, est aussi celle qui répond le moins à cette tendance analytique. On objecte que les Tartares, les Chinois, les Malais, les Polynésiens, les Peaux-Rouges, les Mexicains, les Guaranis, les Patagons, sont trop différents les uns des autres pour ne former qu'une seule race; cela est parfaitement vrai; mais si ces races diverses ont cependant beaucoup

1. *Revue d'anthropologie*, t. II, p. 193 et plus loin dans ce volume.
2. *Revue d'anthropologie*, t. III, p. 193.
3. *Revue d'anthropologie*, t. I, p. 628.

de caractères communs, et si, aux analogies extérieures que Cuvier avait déjà jugées suffisantes pour établir leur rapprochement, viennent peu à peu s'en joindre d'autres d'un ordre tout différent, révélées par la crâniologie, il faudra rendre hommage à la sagacité du coup d'œil de notre grand naturaliste. J'ai déjà eu l'occasion de montrer que les divisions établies par l'étude de l'indice nasal, coïncident exactement avec celles de la classification de Cuvier. Or, on verra dans le présent travail que l'étude de l'indice orbitaire fournit un nouveau caractère commun à toutes les races que cet auteur a réunies sous le nom de race mongolique.

L'importance de l'indice orbitaire approche donc de celle des caractères typiques; mais elle se révèle surtout dans les comparaisons ethniques. L'indice orbitaire, en effet, établit entre les diverses races humaines des différences très-tranchées, et il me paraît appelé à jouer un grand rôle dans la description et la distinction de ces races.

De même que la conformation des yeux constitue l'un des traits les plus frappants du visage, celle des arcades orbitaires est l'un des caractères qui influent le plus sur la *physionomie* du crâne. Les différences si grandes qui existent sous ce rapport entre les divers individus sautent aux yeux de tous les observateurs. On ne leur a pas accordé toute l'importance qu'elles méritent parce qu'elles sont souvent plus grandes entre deux crânes de même race qu'entre deux crânes appartenant à deux races très-différentes. Mais tous les caractères en sont là; l'amplitude des oscillations individuelles est toujours plus grande dans une race que la distance qui sépare cette race, non-seulement de ses voisines, mais encore de la plupart des autres et quelquefois même de toutes les autres. C'est pour cela qu'il est nécessaire de faire reposer les comparaisons ethniques sur la méthode des moyennes, qui, sans éliminer les formes excentriques ou divergentes, et tout en leur laissant leur part d'influence, ne leur permet pas de produire des confusions trompeuses. C'est cette méthode que nous suivrons d'abord dans l'étude de l'indice orbitaire; nous compléterons ensuite cette étude par celle des maxima et des minima qui fait connaître l'étendue des écarts individuels.

§ 2. — *Définition de l'indice orbitaire. Mensuration de l'orbite.*

L'indice orbitaire est le rapport centésimal de la hauteur de l'ouverture orbitaire à sa largeur. Il fait connaître la forme de cette ouverture comme l'indice céphalique fait connaître la forme de la courbe horizontale de la boîte crânienne.

J'ai depuis longtemps étudié cet indice dans divers mémoires relatifs à certaines séries de crânes. J'en ai traité d'une manière plus générale dans une courte note communiquée, en 1874, à la section d'anthropologie de l'Association française pour l'avancement des sciences (1). Mais ce travail, préparé à la hâte, pendant la session, présentait beaucoup de lacunes que je me propose de combler aujourd'hui. J'aurai en outre à rectifier quelques erreurs qui s'y étaient glissées et pour lesquelles je réclame l'indulgence du lecteur. Je n'avais apporté avec moi à Lille que les relevés généraux de mes registres craniométriques et je n'avais pu ni recourir aux registres eux-mêmes pour contrôler les chiffres, ni compléter mes séries, ni procéder à certaines révisions qui ne peuvent se faire que dans les musées.

Les anatomistes assignent à l'ouverture orbitaire une forme quadrilatère; ils y distinguent quatre bords parallèles deux à deux, et interceptant quatre angles : deux internes et deux externes. Le parallélisme des bords opposés n'est sans doute point parfait; les angles, toujours plus ou moins émoussés, sont quelquefois tout à fait arrondis; néanmoins le contour des ouvertures orbitaires peut toujours être inscrit dans un quadrilatère assez régulier pour pouvoir être considéré comme un rectangle. La forme de ce rectangle circonscrit constitue la meilleure caractéristique de l'orbite, et elle est indiquée par l'indice orbitaire.

La forme d'un rectangle résulte des dimensions relatives de ses deux côtés. Celle du rectangle orbitaire et de l'ouverture orbitaire est donc déterminée par le rapport de la plus grande hauteur de cette ouverture à sa plus grande largeur.

1. *Association française.* Session de Lille, 1874, p. 686-692 et dans ce volume, p. 342.

Disons d'abord de quelle manière on peut mesurer les deux diamètres de l'orbite. Si le diamètre transversal était toujours horizontal, on obtiendrait ce diamètre en mesurant dans l'ouverture orbitaire la plus grande ligne horizontale ; mais comme il est presque toujours un peu oblique de haut en bas et de dedans en dehors, une ligne horizontale ne serait pas parallèle à la base du rectangle orbitaire, et pourrait donner une mesure inexacte. Il faut donc procéder autrement, et recourir à un point de repère anatomique.

Le bord interne de l'ouverture orbitaire est formé en haut par l'apophyse orbitaire interne du frontal, en bas par deux os qui sont : l'apophyse montante du maxillaire et l'os unguis ou lacrymal. Ces deux derniers os, unis par une petite suture verticale, appelée *suture lacrymale,* forment une gouttière large et d'une profondeur variable, qui se continue inférieurement avec le canal nasal ou lacrymal. C'est la *gouttière lacrymale.* Elle est limitée en arrière par une petite crête verticale, appelée la *crête lacrymale* de l'os unguis. Elle loge le sac lacrymal ou réservoir des larmes. Elle est annexée à la cavité orbitaire, mais elle n'en fait pas partie intégrante; elle n'est qu'une dépendance de la cavité des fosses nasales, où va s'ouvrir le canal nasal.

Si le diamètre transversal de l'orbite venait aboutir au fond de la gouttière lacrymale, il se trouverait indûment allongé d'une quantité égale à la profondeur de cette gouttière, profondeur qui varie suivant les cas de plus de 2 millimètres et un détail de très minime importance, limité à un petit coin de l'orbite, donnerait le change sur la largeur de cette ouverture. L'erreur qui en résulterait ne serait pas insignifiante; elle pourrait être très grave au contraire, car une différence d'un seul millimètre sur l'un des diamètres suffit pour faire monter ou descendre l'indice orbitaire de plus de deux unités. Ce n'est donc pas dans la gouttière lacrymale, mais immédiatement au-dessus d'elle que doit être appliquée la branche interne du compas.

La gouttière lacrymale aboutit en haut à une suture transversale comprise entre l'apophyse orbitaire interne du frontal d'une part, l'apophyse montante et l'os unguis d'autre part. La suture lacrymale vient de bas en haut rejoindre perpendiculairement

cette suture transversale. Le point où les deux sutures se rencontrent, est situé assez exactement sur le milieu du bord interne de l'ouverture orbitaire. C'est là que doit aboutir l'extrémité interne du diamètre transversal de l'orbite.

Dans la nomenclature crâniologique que j'ai soumise à la Société d'anthropologie, le 20 mai 1875 (1), et qui a été reproduite dans les *Instructions crâniologiques* publiées par la Société (2), ce point est désigné sous le nom de *dacryon*, tiré du nom grec de l'os lacrymal (δάκρυ, larme). Ordinairement, la crête lacrymale vient se terminer, en s'effaçant, immédiatement en arrière du dacryon. Quelquefois cependant elle conserve encore à ce niveau un certain degré de saillie, de sorte que la gouttière lacrymale se prolonge jusque sur la partie inférieure de l'apophyse orbitaire interne. Dans ce cas, d'ailleurs assez rare, le compas ne doit pas être appliqué sur le dacryon proprement dit, mais à un ou deux millimètres en arrière, là où l'extrémité supérieure de la crête lacrymale aboutit à l'apophyse orbitaire interne.

Ces détails peuvent paraître minutieux ; ils sont nécessaires cependant pour assurer la fixité de la mensuration de l'orbite.

Lorsqu'on veut mesurer le diamètre transversal, on applique l'une des pointes du compas sur le dacryon qui vient d'être déterminé. L'autre pointe est appliquée sur le bord externe de l'orbite, dans le point qui donne le plus grand écartement. La ligne qui unit les deux pointes du compas ainsi placé est parallèle aux deux bords dits horizontaux des orbites, et est à peu près à égale distance de chacun d'eux.

Le second diamètre, celui qui mesure la hauteur de l'orbite, doit être perpendiculaire au précédent. Pour l'obtenir, on place l'une des pointes du compas sur le milieu, ou à peu près, du bord inférieur de l'orbite, en un point situé immédiatement au-dessus du trou sous-orbitaire. L'autre pointe va s'appliquer sur le bord supérieur de l'orbite, c'est-à-dire sur le bord inférieur de l'arcade orbitaire, suivant une ligne perpendiculaire à la direction du diamètre transversal déjà déterminé.

1. *Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 2e série, t. X, p. 360 (1875).
2. *Instructions crâniologiques de la Soc. d'anthropologie*, p. 42 et 45. Paris, 1875. Un vol. in-8° avec 6 planches. (Extrait du t. II de la 2e série des *Mémoires* de la Société.

Ces mesures doivent être prises avec la plus grande précision non pas seulement à un millimètre près, comme on le fait pour les mesures ordinaires, mais à *un demi millimètre près*, car, sur des dimensions aussi petites, une erreur d'un millimètre pourrait faire varier le chiffre de l'indice de deux unités. Il était donc indispensable de préciser rigoureusement le procédé de mensuration. Le seul instrument qui permette d'opérer avec précision est le *compas-glissière*, à branches parallèles et pointues (fig. 11, p. 305). On l'introduit fermé dans l'orbite, et on l'ouvre jusqu'à la rencontre des points de repère, suivant une direction rendue évidente par celle de la longue branche transversale du compas. L'échelle gravée sur cette branche permet de lire aisément les demi-millimètres.

§ 3. — *Nomenclature de l'indice orbitaire.*

Il importe, pour la facilité des descriptions, de pouvoir désigner par des épithètes plus commodes que les chiffres, les différences morphologiques qui correspondent aux principaux degrés des indices crâniométriques. Mais s'il fallait créer une nomenclature spéciale pour chaque indice, comme cela a été fait pour l'indice céphalique et pour l'indice nasal, on introduirait une complication gênante dans le langage crâniométrique. De là est née l'utilité d'une nomenclature générale, applicable indistinctement à tous les indices. Cette nomenclature comprend les trois termes de *mégasème* ou grand indice, *mésosème* ou indice intermédiaire, et *microsème* ou petit indice — dérivés du radical commun (σῆμα, signe ou indice).

Suivant les principes exposés dans les *Instructions crâniologiques* déjà citées (p. 175 et suiv.), on doit établir la démarcation des trois groupes, de manière à leur donner une étendue à peu près égale, afin que les distinctions qu'elles indiquent soient à peu près équivalentes, et comme le but de la nomenclature est surtout de faciliter la description des *races*, il y a lieu de considérer seulement les moyennes ethniques, sans se préoccuper des excentricités individuelles. Or, parmi les nombreuses séries que j'ai étudiées, la plus faible moyenne ethnique descend à 77,01 (Guanches de Ténériffe) et la plus forte s'élève à 95.40

(polynésiens d'Hawaï). Il y a bien une moyenne supérieure à cette dernière ; c'est celle des crânes horriblement déformés des anciens Aymaras du Pérou ; elle monte à 98,08 pour les deux sexes réunis, et même à 100,55 pour les femmes seules. Mais la limite que nous cherchons est celle des conformations naturelles et non celle des produits de l'extravagance humaine. Disons donc que les variations ethniques de l'indice orbitaire sont comprises entre 77,01 et 95,40, ce qui donne un écart de 18,39 °/₀. Si nous divisions cet écart en trois parties à peu près égales, comprenant chacune environ 6 unités nous établirons nos lignes de démarcation de la manière suivante :

1° groupe mégasème (grands indices) 89 °/₀ et au delà.

2° groupe mésosème (indices intermédiaires), de 83 °/₀ à 88,99.

3° groupe microsème (petits indices), au-dessous de 83 °/₀.

Les limites qui ont servi de base à cette nomenclature sont celles des moyennes ethniques ; celles des cas individuels sont beaucoup plus étendues, elles vont, chez l'adulte et à l'état normal, jusqu'au maximum de 108,33 observé sur une Chinoise, et jusqu'au minimum de 61, 36 observé sur le célèbre vieillard de Cro-Magnon (époque paléolithique). Mais il est inutile de compliquer la nomenclature en créant des épithètes spéciales pour désigner les indices individuels qui sortent des limites des moyennes ethniques ; les noms de mégasème, de microsème, auxquels on peut, si l'on veut, ajouter les superlatifs *très* et *extrêmement*, en donnent une idée suffisante, lorsqu'on ne préfère pas les caractériser rigoureusement par les chiffres.

Nos deux limites ethniques de 95,40 et de 77,01 ne sont sans doute pas définitives ; des observations ultérieures pourront les reculer quelque peu ; ainsi, je considère comme très-probable que l'indice orbitaire moyen de la race de Cro-Magnon était plus ou moins inférieur à 77,01 ; je ne puis pourtant pas l'affirmer, car, sur les trois crânes de Cro-Magnon, deux seulement se prêtent à l'étude de l'indice orbitaire ; et cela est tout à fait insuffisant pour établir une moyenne valable. La moyenne de 66 °/₀ qu'on pourrait déduire de ces deux cas, ne figure donc pas sur le tableau de mes moyennes ethniques. Elle se détache d'ailleurs tellement de toutes les autres qu'elle fait naître presque nécessairement l'idée d'un caractère exagéré par des variations individuelles.

Mais quelque forte que soit cette exagération, la race ou elle s'est produite est évidemment microsème et l'est très-probablement à un plus haut degré qu'aucune de celles qui sont inscrites sur le tableau. De même il est permis de supposer que certaines séries pourront être un peu plus mégasèmes que la première série du tableau, et qu'ainsi l'écart de 18,39 que j'ai constaté aujourd'hui pourra ne pas exprimer toute l'étendue des variations ethniques. Si cette probabilité se réalise, il en résultera que les deux groupes mégasème et microsème s'étendront chacun sur plus de six unités, mais je pense qu'il n'y aura pas lieu pour cela de modifier les limites numériques du groupe mésosème. Ce groupe (comme d'ailleurs tous les groupes intermédiaires) est celui qui comprend déjà le plus grand nombre de races; il y a donc avantages à ne pas l'agrandir encore, car on ne doit pas oublier que le but de nos groupes artificiels est de fournir des épithètes descriptives, et celles-ci sont d'autant plus commodes qu'elles permettent plus souvent de distinguer deux races l'une de l'autre.

Les indices orbitaires mésosèmes se continuent insensiblement, sur les limites que nous leur avons assignées, avec les indices des deux groupes latéraux ; les nuances qui les en séparent et qui se réduisent à de très petites différences numériques sont beaucoup trop faibles pour pouvoir être distinguées à la simple vue ; mais la différence entre les indices mégasèmes et les indices microsèmes est assez grande pour être évidente au premier coup d'œil. Ces termes sont donc très-utiles dans les descriptions. On peut même avec un peu d'habitude, reconnaître le plus souvent la forme mésosème sans le secours du compas.

§ 4. — *L'indice orbitaire chez les Primates.*

Avant d'étudier la répartition de l'indice orbitaire dans les races humaines, il n'est pas inutile de se demander si l'on peut s'attendre à en tirer quelques conclusions ou quelques présomptions relatives au degré de supériorité et d'infériorité de ces races. Un coup d'œil jeté sur la série des singes nous permettra de répondre négativement à cette question. On verra sur le tableau n° 3 que l'indice orbitaire *moyen* peut descendre à 71 dans

certaines espèces de singes et s'élever dans d'autres espèces au-delà de 118. Ces moyennes ne donnent même qu'une idée incomplète des variations de l'indice orbitaire des singes. Les écarts individuels vont bien au-delà : j'ai trouvé sur un orang femelle et adulte un indice de 136,12 et chez un mandrill mâle un indice réduit à 64.28. L'oscillation totale est donc de plus de 71.84. Dans une même espèce ou dans un même genre les écarts sont toujours beaucoup moindres; mais ils sont cependant encore assez étendus; ainsi sur dix-huit gorilles adultes le maximum s'est élevé à 113.53 chez une femelle, et le minimum est descendu à 80.95 chez un mâle. Les maxima et minima ont été de 115.63 et de 85.71 chez les chimpanzés, de 136.12 et de 105,55 chez les orangs, de 109.52 et de 83.33 chez les gibbons. Il serait peut-être superflu d'indiquer le maxima et minima obtenus chez les singes d'un rang moins élevé.

Tous les anthropoïdes sont mégasèmes, avec des indices moyens de 113.38 pour les orangs, de 99.66 pour les chimpanzés, de 98.65 pour les gorilles, et enfin de 94,76 pour les gibbons (1). Les trois premières moyennes sont supérieures à celles que donne la race humaine *normale* la plus mégasème; l'indice moyen des gibbons est un peu inférieur à celui de la première série (2e ligne) du tableau des races humaines; mais la différence est minime, et si l'on ne consultait que ces faits, on serait conduit à penser qu'un grand indice orbitaire constitue un caractère d'infériorité.

L'étude des singes inférieurs, cébiens et lémuriens, viendrait encore à l'appui de cette manière de voir. L'indice orbitaire des lémuriens s'élève en moyenne à 102.49 et la plupart des genres de cébiens (mycetes, atèles, cebus, saïmiri), donnent des indices moyens compris entre 106.47 et 109.41. Il n'y a que les ouistitis qui, avec leur indice de 93.41, rentrent dans les limites des formes humaines.

Mais, si l'on considère les pithéciens, la question change de face. Dans cette famille, huit espèces de semnopithèques et de

1. La série des 24 gibbons portés sur notre tableau comprend les diverses espèces du genre gibbon; nous les avons réunis en un seul tableau parce que sous le rapport de l'indice orbitaire, il n'existe entre elles que des différences insignifiantes.

cercopithèques sont encore mégasèmes, avec des indices moyens compris entre 90 et 100; dix espèces, appartenant à tous les genres, sont mésosèmes avec les indices compris entre 83.15 et 88.89; cinq espèces enfin sont tout à fait microsèmes; l'une d'elles, le mandrill (*cynocephalus mormon*) ne donne même qu'un indice de 70.93, inférieur à la petite moyenne humaine.

On sait que la famille des pithéciens (singes de l'ancien continent) prend rang entre celle des anthropoïdes et celle des cébiens (singe d'Amérique). Il résulte donc des chiffres précédents que le caractère de l'indice orbitaire n'est pas de ceux auxquels on peut attribuer une valeur sériaire. Il doit dés lors paraître probable qu'il n'affectera pas une répartition plus significative dans la série des races humaines, où l'on verra effectivement les races caucasiques actuelles prendre place pour la plupart entre les races mongoliques et les races éthiopiques.

L'influence de l'âge sur le degré de l'indice orbitaire chez les anthropoïdes ne semble pas douteuse. Dans les quatre genres de cette famille, l'indice moyen des jeunes est notablement plus grand que celui des adultes. On remarque en outre que, chez les gorilles, l'indice des femelles est bien plus grand que celui des mâles; chez les orangs la différence est moindre et paraît avoir lieu dans le même sens, mais les cas observés sont trop peu nombreux pour qu'on puisse l'admettre sans réserve. Enfin, chez les chimpanzés et les gibbons, la différence sexuelle est insignifiante.

Je n'ai pas cru devoir, pour ce qui concerne les espèces des familles suivantes, dresser le tableau de la décomposition par sexes, parce que les caractères sexuels du crâne, si évidents chez les grands anthropoïdes, sont beaucoup plus incertain chez la plupart des autres singes. On notera en outre que les séries de la seconde partie du tableau ne comprennent que des animaux adultes ou presque adultes. J'ai mesuré aussi un certain nombre de jeunes; il ne m'a pas paru que leur indice orbitaire fût plus grand que celui des adultes; quelquefois même il était plus petit, mais les observations, pour chaque espèce, étaient trop peu nombreuses pour se prêter à des comparaisons valables.

§ 5. — *Influence de l'âge et des arrêts de développement.*

Il est intéressant d'étudier comparativement ces deux influences, car l'effet des arrêts de développement est de maintenir et de rendre définitives des dispositions qui ne sont ordinairement que transitoires. L'arrêt de développement dont il s'agit ici est celui qui est la conséquence de la microcéphalie. Le point de départ de la microcéphalie est dans le cerveau; considérée par rapport à cet organe, la microcéphalie ne constitue pas toujours un arrêt de développement, car les cerveaux des microcéphales présentent des dispositions très-diverses, qui souvent ne peuvent se rattacher à aucune phase du développement normal; ce qu'il y a de commun entre eux c'est seulement l'exiguité de leur volume; mais le défaut de croissance du crâne qui est la conséquence de la petitesse excessive du cerveau rentre dans la catégorie des arrêts de développement. Cet arrêt de développement se manifeste au plus haut degré sur la boîte crânienne, qui est directement régie par le cerveau; les os de la face s'en ressentent beaucoup moins, et d'autant moins qu'ils sont plus éloignés du cerveau, mais on peut s'attendre à en constater les effets dans la région orbitaire qui est formée en grande partie par des os crâniens.

Les faits dont nous nous sommes servi pour étudier l'influence de l'âge ayant tous été recueillis à Paris, nous prendrons pour terme de comparaison l'indice orbitaire moyen de la grande série des Parisiens du XIXe siècle, déposée dans le musée de l'Institut anthropologique. Cette série comprend cent vingt-cinq crânes, dont trois ont les orbites brisées; les cent vingt-deux autres suffisent amplement pour donner une idée exacte de l'indice orbitaire des Parisiens modernes. Cet indice est mésosème; il est en moyenne de 86.45. Les différences sexuelles qu'il présente sont assez grandes; celui des hommes n'est que de 85.70, tandis que celui des femmes s'élève à 88.17, mais ils sont microsèmes l'un et l'autre, comme la moyenne générale.

Lorsqu'on examine l'orbite *à l'état frais* sur la face d'un embryon ou d'un fœtus de 5 à 6 mois, on constate aisément que la forme des ouvertures orbitaires est à peu près ronde, que les deux diamètres sont à peu près égaux, que par conséquent l'in-

dice orbitaire doit être à peu près égal à 100, c'est-à-dire très-mégasème. On pouvait d'ailleurs s'y attendre, puisqu'on sait que les orbites se forment autour des ampoules oculaires qui sont parfaitement sphériques. Sur les fœtus à terme et les enfants âgés de quelques semaines, la forme en est un peu moins ronde: le diamètre vertical est déjà un peu plus petit que l'autre, mais il est encore très-évident que l'indice orbitaire est mégasème. On est donc tout surpris lorsqu'on constate que, sur les pièces sèches conservées dans les musées, l'indice orbitaire des fœtus ou des nouveau-nés est au contraire microsème, et l'est même presque toujours à un haut degré. On en peut juger par les mesures suivantes, prises sur les squelettes du laboratoire. La lettre L indique la largeur de l'orbite, et la lettre H la hauteur.

Age des fœtus. Mois.	L. mm	H.	Indice. mm		Fœtus à terme. L. mm	H. mm	Indice, mm
4 1/2	10	8	80.00 °/₀	N° 1	21	15.5	73.81
5	11	8	72.72	2	21	16	79.19
6	11	7	63.63	3	23	17	73.91
6	13	9	69.22	4	22	17.5	79.54
7	15	10	66.66	5	22	17	77.28
7	15	10	66.66				
8	17.5	15	85.71	Moyenne			
8	21	16.5	78.57	des 5.	21.80	18.60	76.14
8	19	15	78.94				

Cette différence entre l'évaluation faite sur les pièces fraiches et les mensurations pratiquées sur les crânes secs, est la conséquence de la déformation qui se produit pendant la dessication. Le bord supérieur de l'orbite, formé par un seul os, ne subit en se desséchant qu'une diminution assez faible, de sorte que l'orbite conserve presque toute sa largeur; mais sur le bord interne et sur le bord externe, existent des sutures horizontales encore inachevées; les os ne se touche pas immédiatement, ils sont séparés par une membrane de suture dont l'épaisseur relative est encore assez grande et qui se réduit presque à rien par la dessication; il en résulte que la hauteur de l'orbite est notablement diminuée, et que l'indice orbitaire devient très-petit.

J'ai trouvé néanmoins un indice orbitaire de 93, 30 (L. $6^{mm}5$, H. 6^{mm}) sur le squelette d'un embryon de 3 1/2 mois, qui ne figure pas dans le tableau précédent. Mais sur cet embryon l'apophyse orbitaire externe est à peine apparente; l'os frontal ne

formait donc pas encore tout le bord supérieur de l'orbite ; ce bord était complété en dehors par une partie encore membraneuse qui, en se desséchant,.s'est resserrée et les deux diamètres de l'ouverture orbitaire se trouvent ainsi réduits l'un et l'autre. Voilà pourquoi l'indice orbitaire reste mégasème sur les squelettes des embryons très–jeunes, tandis qu'il devient microsème sur ceux des embryons plus âgés.

Cette forme microséme de l'orbite desséchée persiste jusqu'à la naissance; mais, très peu de temps après, l'ossification faisant des progrès rapides, les membranes des sutures orbitaires deviennent trop minces pour que leur dessication puisse modifier sensiblement la forme de l'orbite, et on constate alors que l'indice orbitaire des jeunes enfants est réellement mégasème. Il conserve ce caractère pendant toute la durée de la première et de la seconde enfance. Je m'en suis assuré sur un grand nombre de crânes d'enfants qui font partie de nos collections ; je me borne à citer les cas où l'âge exact des sujets a pu être déterminé sur les registres des hôpitaux.

Sexe.	Age	L. mm	H. mm	Indice. mm	Moyenne des six. mm
m.	1 mois 21 jours	26	24.5	94.23	L. 25.58
f.	2 10	25	23	92.00	H. 24.08
f	2 . 15	24.5	23	93.87	Indice.94.13
f.	4	26	25	96.15	
?.	4	26	24	92.30	
f.	4	26	25	96.15	

Sexe.	Age.	L. mm	H. mm	Indice.	Moyenne des treize. mm
?.	16 mois	29	26	89.66	L. 31.27
?.	17	30	25	83.33	H. 28.23
f.	20	31	28	90.32	Indice.90.27
?	25	29.5	25.5	86.44	
m.	29	32.5	27	83.08	
f.	30	31.5	28.5	90.47	

Sexe.	Age.	L. mm	H. mm	Indice.
?	30 mois	28	25.5	91.06
m.	33	32	30	93.75
m.	36	32	28.5	89.06
m.	6 ans	31	30	96.77
m.	8	32	31	96.87
m.	8 1/2	36	32.5	90.28
f.	11	32	29.5	92.18

On voit que tous les enfant âgés de moins d'un an son mégasèmes, et que ceux qui ont dépassé cet âge le sont encore pour la plupart, mais à un moindre degré. En comparant ces indices avec ceux des Parisiens adultes on obtient la série suivante :

Enfants très-jeunes 94.13, enfants plus âgés 90.27, femmes adultes 88.17, hommes 85.70.

L'influence de l'âge sur l'indice orbitaire n'est donc pas douteuse; cet indice est beaucoup plus grand pendant les premiers mois de la vie que dans l'âge adulte; il décroît assez rapidement pendant les premières années et se rapproche alors beaucoup de celui des femmes. Lorsque vient l'âge ou les différences sexuelles se dessinent, il diminue encore assez notablement dans le sexe féminin et beaucoup plus dans le sexe masculin.

Étudions maintenant l'influence de l'arrêt de développement du crâne dans les cas de microcéphalie. Les microcéphales de notre musée m'ont donné les résultats suivants :

		L. mm	H. mm	Indices.
Microcéphales	N° 1	33	34	103.03
	2	34	32	94.12
	3	31.5	31	98.41
	4	33	32	96.97
	5	30	26	86.67
	6	30	31	103.33
	7	31.5	32	101.58
	Moyennes	33.28	31.14	93.56

Tous les sujets, à l'exception d'un seul, ont dépassé l'âge de 12 ans; plusieurs sont complètement adultes, et cependant l'indice moyen de cette petite série diffère à peine de celui des très-jeunes enfants. Il est presque égal à celui des gorilles mâles et adultes, et beaucoup plus petit que celui des jeunes gorilles. Ce fait pourrait être invoqué par les auteurs qui considèrent la microcéphalie comme un retour vers le type simien. Mais on a vu que l'indice orbitaire présente, dans les diverses espèces des singes des différences très-grandes, que, si les unes sont mégasèmes, d'autres sont microsèmes à un haut degré, de sorte que, si l'indice orbitaire des microcéphales était petit au lieu d'être grand, il trouverait encore son analogue dans la série des singes. Nous dirons donc tout simplement que cet indice est mégasème, parce que l'orbite des microcéphales conserve jusque dans l'âge adulte la conformation qu'il présente chez les enfants.

§ 6. — *Influence du sexe.*

C'est un fait bien connu en crâniologie que le crâne de la femme diffère moins du crâne de l'enfant que celui de l'homme. Le type enfantin est commun aux deux sexes. A partir de l'âge de la puberté, commence une évolution morphologique qui amène peu à peu les différences sexuelles, mais cette évolution, chez la femme, est moindre quant à son intensité et quant à sa durée qu'elle ne l'est chez l'homme et, lorsqu'elle est parvenue à son terme, lorsque les formes de l'âge adulte sont définitivement acquises, le crâne masculin, dans son ensemble, se trouve plus éloigné que le crâne féminin du type de l'enfance. Il ne faut pas croire pour cela que le crâne de l'homme traverse, dans son évolution, une phase exactement correspondante à l'état du crâne de la femme adulte, ni qu'en prenant les caractères un à un on doive les trouver tous, sans exception, disposés en série croissante ou décroissante de l'enfant à la femme et de la femme à l'homme; mais il est certain, du moins, que beaucoup d'entre eux affectent cette répartition, on a vu plus haut que l'indice orbitaire se comporte ainsi dans la population parisienne.

On peut s'attendre, d'après cela, à trouver d'une manière générale l'indice orbitaire moyen plus grand chez la femme que chez l'homme, et on verra en effet sur le tableau n° 1 qu'il en est presque toujours ainsi. Dans la dernière colonne intitulée *différences*, les cas où cet indice moyen est plus grand chez les hommes sont marqués du signe—, et ils sont en infime minorité, car nous n'en trouvons que 4 sur nos séries. Ces quatre cas exceptionnels sont les suivants :

Polynésiens d'Hawaï,	4	hommes,	3	femmes.	Différence	— 3,22
Malais non Javanais,	11	—	3	—	—	— 0,48
Esquimaux. . . . . ,	11	—	8	—	—	— 0,68
Hottentots . . . . . ,	10	—	3	—	—	— 1,76

Toutes ces séries sont peu nombreuses ; le nombre des femmes surtout est très-petit ; dans de pareilles conditions, la méthode des moyennes est très-incertaine, car les variations individuelles ne peuvent se compenser, et le dénominateur de la fraction qui

donne la moyenne est trop faible pour en atténuer les effets. L'expérience nous apprend que les relevés qui portent sur moins de 10 crânes de chaque catégorie n'offrent aucune sécurité, et c'est ce que démontre d'ailleurs un calcul de probabilités basé sur la connaissance de l'amplitude des oscillations individuelles. Une moyenne n'est réellement correcte que lorsqu'elle repose sur une série de 20, mais les séries de 10 approchent déjà de l'exactitude à un degré suffisant pour mériter quelque confiance. Au-dessous de ce chiffre, il suffit d'un seul crâne tant soit peu insolite pour dénaturer gravement la moyenne. Ainsi s'expliquent certaines différences qui existent entre le tableau de l'indice orbitaire que j'ai publié l'année dernière, et le tableau plus complet que je donne aujourd'hui.

Par exemple, sur l'ancien tableau, la série des Javanais du Muséum, qui comprenait 18 hommes et seulement 6 femmes, donnait un indice féminin inférieur de 0,97 à l'indice masculin. Or, parmi ces 6 femmes, l'une avait un indice de 79,48; celui des cinq autres variait entre 86,48 et 94,28; il y avait donc plus de distance entre le premier indice et le suivant qu'entre celui-ci et le dernier; il était dès lors évident que le premier était exceptionnel, et que par là la moyenne féminine était indûment abaissée. Il se trouve heureusement que dans le courant de la présente année, par suite de l'acquisition de la collection Dumoutier, la série Javanaise du Muséum s'est considérablement agrandie. J'ai ainsi pu relever l'indice orbitaire sur 31 hommes et 11 femmes, et on peut voir sur le tableau que l'indice de celles-ci l'emporte maintenant de 0,71 sur celui des hommes, conformément à la règle commune.

De même, la série des Esquimaux ne comprenait l'année dernière que 9 hommes et 4 femmes, et la différence sexuelle des indices orbitaires était de 2 unités en faveur des hommes. Mais grâce à la complaisance de M. Waldemar Schmidt, six autres crânes d'Esquimaux (2 hommes et 4 femmes), qui figuraient dans l'Exposition de Géographie, ont été déposés pendant quelques jours dans mon laboratoire, où ils ont été dessinés et mesurés. Ma moyenne actuelle repose donc sur 11 hommes et 8 femmes; l'indice orbitaire des hommes est toujours le plus grand, mais la différence sexuelle est descendue de 2 à 0,68, et il est permis de

se demander ce qu'elle deviendrait dans une série plus grande. Si elle se maintenait, il faudrait ajouter une singularité de plus à toutes celles qui distinguent déjà la race des Esquimaux. Quant aux trois autres séries où la différence a lieu dans le même sens, on a pu voir que chacune d'elles ne compte que 3 femmes, et que par conséquent elles ne méritent sous ce rapport aucune confiance.

Si mon tableau de l'indice orbitaire avait été dressé en vue de l'étude des différences sexuelles, je n'y aurais pas porté les séries où l'un des sexes n'est représenté que par un très-petit nombre de crânes. Mais le but du tableau était avant tout d'établir la comparaison des séries totales; beaucoup de ces séries étant assez fortes pour donner des moyennes sexuelles correctes, j'ai dû en présenter la décomposition par sexes, et, amené ainsi à établir une colonne de différences, j'ai cru devoir la remplir entièrement, me réservant d'avertir le lecteur que les relevés qui portent sur moins de 10 crânes de chaque sexe ne sont pas concluants.

Je crois donc pouvoir dire d'une manière très-générale, et en faisant à peine une réserve en ce qui concerne les Esquimaux, que l'indice orbitaire moyen des hommes est plus petit que celui des femmes de même race. Je n'ai pas insisté l'année dernière sur cette différence sexuelle, et tout en signalant la prédominance habituelle de l'indice orbitaire des femmes, je n'ai pas élevé de doutes sur la réalité des exceptions à cette règle, parce que, parmi les séries inscrites sur mon tableau, il y en avait une, celle des Bas-Bretons, qui comprenait trente-deux hommes et vingt-six femmes, qui par conséquent donnait toutes les garanties numériques désirables, et dans laquelle, cependant, l'indice orbitaire des hommes l'emportait en moyenne de $0^{mm},39$ sur celui des femmes. Ce fait, en apparence décisif, m'avait empêché de douter des autres exceptions. Mais depuis, en poursuivant mes recherches, en étudiant de nouvelles séries françaises et en constatant que celle des Bas-Bretons constituait au milieu d'elles une anomalie inexplicable, je me suis demandé si cette anomalie était bien réelle. J'ai donc repris mes registres pour vérifier mes relevés, et j'ai reconnu que la moyenne des femmes avait été diminuée, ainsi que la moyenne générale, par suite d'une er-

reur de transcription, commise dans le report des colonnes partielles. Correction faite, la moyenne des hommes reste la même, (87,04), celle des femmes s'élève de 86,65 à 88,75; et la moyenne générale qui n'était que de 87,25, monte à 88,12. L'indice orbitaire des femmes se trouve ainsi supérieur de 1,61 à celui des hommes, et les Bas-Bretons rentrent dans la règle commune. Je tiens d'autant plus à rectifier ici cette erreur de chiffres qu'avant de figurer dans mon premier travail sur l'indice orbitaire, elle avait déjà trouvé place dans le tableau crâniométrique qui accompagne mon mémoire sur *la race celtique ancienne et moderne*, publié dans le numéro d'octobre 1873 de la *Revue d'Anthropologie* p. 577.

La prédominance de l'indice orbitaire moyen des femmes se reproduisant presque sans exception, et peut-être sans exception dans toutes les races humaines, il y a lieu de chercher la cause d'un fait aussi général. Par là, comme on l'a déjà dit, le crâne de la femme se rapproche du type enfantin. Or, lorsque l'on compare l'orbite très-mégasème d'un enfant avec celle d'un homme adulte, on voit que la différence de formes est due presque exclusivement à l'état des arcades sourcilières, qui chez l'enfant sont très-peu développées et descendent à peine au-dessous du niveau des voûtes orbitaires, tandis que chez l'homme adulte elles descendent bien au-dessous de ce niveau. Si l'on trace sur la base du front la ligne dite *sus-orbitaire*, ligne horizontale qui aboutit aux deux extrémités du diamètre frontal minimum, et qui sépare la partie cérébrale du frontal de sa partie faciale, on mesure aisément la distance verticale comprise de chaque côté entre cette ligne et le bord supérieur de l'ouverture orbitaire. Cette distance donne la *hauteur de l'arcade sourcilière*, et il est aisé de voir qu'elle est relativement beaucoup plus petite chez l'enfant que chez l'adulte. L'arcade sourcilière se développe donc en hauteur par les progrès de la croissance; elle le fait aux dépens de la hauteur de l'ouverture orbitaire, et celle-ci diminue de plus en plus, de manière à faire décroître l'indice orbitaire.

Cela nous conduit à penser que la différence sexuelle de l'indice orbitaire doit tenir à la même cause, et effectivement, si l'on prend dans une même série un certain nombre de crânes

de chaque sexe, on voit que la ligne sus-orbitaire des femmes est un peu moins élevée au-dessus du bord de l'arcade sourcilière, qu'elle ne l'est sur les crânes masculins. La différence, dans les races d'Europe, est en moyenne de près de 2 millimètres, c'est-à-dire d'un dixième environ de la hauteur absolue de l'arcade, tandis que la largeur du front de la femme n'est inférieure que d'environ 1/18 à celle du front de l'homme. La hauteur de l'arcade sourcilière est donc moindre chez la femme, non seulement d'une manière absolue mais d'une manière relative, c'est pour cela que l'ouverture orbitaire reste relativement plus haute, et que l'indice orbitaire moyen est plus grand.

Quelle est l'étendue de la différence qui existe, sous ce dernier rapport entre les deux sexes? Elle serait quelquefois très-grande si l'on s'en rapportait aux chiffres du tableau. Ainsi, elle s'élève à 7,96 chez les Indiens du Brésil, à 8,02 chez les Cafres, à 9,30 chez les parias de Calcutta ; mais il n'y a que six femmes dans la première de ces séries, trois dans la dernière, et une seulement dans la seconde. Dans les trois cas, par conséquent la comparaison des moyennes sexuelles n'est pas concluante. J'ai déjà dit que les moyennes ne sont valables que lorsqu'elles reposent, pour chaque sexe, sur 10 crânes au moins. Bornons-nous donc à considérer sur notre tableau les 20 séries qui remplissent cette condition, et nous verrons alors que la différence sexuelle ne dépasse jamais 4,44 0/0, ou même 4,30, car le chiffre de 4,44 se rapporte à la série des crânes d'Aymaras artificiellement déformés ; que sur 20 cas, elle est trois fois supérieure à 4, six fois comprise entre 3 et 4, 4 fois entre 2 et 3, 3 fois entre 1 et 2, et que 4 fois enfin elle est inférieure à 1. La différenne moyenne de 3 0/00 est la plus ordinaire.

§ 7. — *Influence de la race. Moyennes ethniques.*

Le tableau n° 1 sur lequel sont inscrites les moyennes ethniques de l'indice orbitaire comprend un grand nombre de séries de toutes races; mais ces moyennes sont loin d'avoir toutes la même valeur. Le degré de confiance qu'elles méritent est proportionnel à la force numérique des séries dont elles découlent. Autant que possible, je n'ai admis sur le tableau que les séries

de 10 crânes au moins. J'ai dû faire quelquefois exception à cette règle pour certaines races étrangères ou préhistoriques, qui ne sont représentées dans nos musées que par de rares spécimens ; mais j'ai eu soin d'inscrire dans des colonnes spéciales le nombre des crânes de chaque catégorie ; le lecteur pourra donc toujours distinguer aisément les résultats solides de ceux qui ne sont que provisoires.

On remarquera que souvent le chiffre total d'une série est plus grand que la somme des deux chiffres sexuels. Cela tient à la présence d'un certain nombre de crânes de sexe incertain, qui figurent dans la série totale.

L'importance de l'indice orbitaire moyen, considéré comme caractère ethnique, ressort avec la dernière évidence de l'examen de notre tableau. L'écart de 18,39 % qui existe entre la plus grande et la plus petite moyenne est considérable; il est clair qu'un caractère qui présente des différences aussi grandes doit contribuer souvent à établir la distinction de certaines races, et qu'il mérite, par conséquent, de figurer dans toutes les descriptions.

Mais quel est le degré de confiance que l'on doit accorder à ce caractère dans la répartition des races en groupes et en types? En jetant les yeux sur le tableau, on y aperçoit des rapprochements qui ne concordent nullement avec l'ensemble des caractères anthropologiques ; on est étonné d'y voir le faisceau des races caucasiques entièrement rompu et éparpillé presque à tous les degrés de l'indice, depuis le chiffre de 77,01, qui est le minimum du tableau jusqu'au chiffre de 90,93, qui est peu éloigné du maximum. On est donc tenté de croire au premier abord que l'indice orbitaire n'a aucune valeur comme caractère typique ; mais l'impression change lorsqu'on y regarde de plus près. On reconnaît alors que cette confusion apparente résulte exclusivement de la dissémination des races caucasiques. Si l'on fait abstraction de ces races, si l'on élimine du tableau les nombreuses séries qui les représentent, on voit aussitôt que les séries mongoliques et les séries éthiopiques forment des groupes absolument distincts, et que le plus fort indice éthiopique est inférieur de plusieurs unités au plus faible indice mongolique. Ce résultat est doublement important. D'une part

comme je l'ai dit plus haut, il confirme les vues de Cuvier sur les affinités morphologiques des races qu'il a groupées sous le nom de races mongoliques ; et, d'une autre part, il établit une séparation très-marquée entre les races de ce type et celles du type éthiopique.

La limite supérieure des races éthiopiques correspond à l'indice de 85,47 (Ile de Toud, dans le détroit de Torrès). La seule série mongolique qui paraisse se rapprocher un peu de cette limite, est la série des Lapons, dont l'indice moyen est de 87,55. J'aurais peut-être dû la passer sous silence, car elle ne comprend que 6 crânes, dont un seul féminin (1), et est, par conséquent, tout à fait insuffisante. Il serait possible que quelques crânes de plus la fissent monter ou descendre de plusieurs unités ; dès lors nous ne pouvons tenir compte de cette moyenne ; nous devons au moins la considérer comme très-douteuse.

Tout près de cette série des Lapons se trouve celle des 19 Esquimaux, dont l'indice moyen est de 88,21. Ce serait là la limite inférieure du groupe mongolique, si l'on devait continuer à comprendre les Esquimaux dans ce groupe. Mais les Esquimaux sont à la fois les plus dolichocéphales et les plus leptorhiniens de tous les hommes; par ces deux caractères (et par d'autres encore), ils se séparent profondément des races mongoliques.

1. Il y a bien, au Muséum, un septième crâne lapon, mais il est privé de face. Il y a en outre de la même race, quatre moules en plâtre ; mais ces moules sont défectueux, les contours des orbites sont mal limités, les gouttières lacrymales ne sont pas dessinées, la position des dacryons ne peut être reconnue, et la mensuration des diamètres orbitaires est incertaine. J'ai signalé, il y a longtemps déjà, l'incertitude des mesures prises sur les moules crâniens, même sur les meilleurs (*Bull, de la Soc. d'anthropologie*. 1864, p. 435 à 437 et 449 à 455 et dans P. Broca, *mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 227 ; les formes générales ne sont que très-peu altérées par la dilatation du plâtre, et les indices donnés par les rapports des grands diamètres sont assez corrects, quoique ces diamètres ne soient pas agrandis d'une manière uniforme, mais toutes les dimensions sont plus ou moins modifiées; je n'ai donc pas l'habitude de comprendre les moules dans mes séries crâniologiques. Mais lorsque j'ai voulu, il y a quelques années, étudier les crânes de la race laponne, je n'ai trouvé, dans la galerie du Muséum, pour représenter cette race importante, que sept crânes naturels, dont un privé de face, et un autre gravement déformé par l'hydrocéphalie. Dans une aussi grande pénurie, j'ai cru pouvoir, par exception, me servir en outre des quatre moules crâniens, et j'aurais dû sans doute me borner à y prendre seulement les mesures qui font connaître la conformation générale des crânes ; toutefois, lorsque j'ai eu les instruments à la main, j'ai rempli entièrement le tableau de mensuration. Je ne me suis pas souvenu de ce fait lorsque j'ai relevé, l'année dernière, sur mes registres, les moyennes de l'indice orbitaire, pour en présenter le tableau au congrès de Lille ; j'avais donc porté sur ce tableau une série de 10 Lapons, mais j'ai dû réduire cette série à 6 sur le tableau actuel ; par suite de cette rectification, l'indice orbitaire des Lapons s'est trouvé quelque peu augmenté.

Ils s'en éloignent beaucoup moins par l'indice orbitaire, mais ils s'en détachent encore, et si de là nous remontons le tableau, nous trouvons que toutes les séries mongoliques ont un indice mégasème compris entre 90,02 (Mexicains déformés) et 98,08 (Aymaras du Pérou très-déformés).

L'écart de ces deux chiffres s'élève à 8,06 °/₀ ; mais l'analyse du tableau permet de considérer comme fort probable que l'indice moyen des races mongoliques est resserré dans les limites beaucoup plus étroites.

On remarquera, en effet, que la première ligne du tableau est occupée par une série de crânes très-déformés (Aymaras). La moyenne de 98,08, qui distance de loin toutes les autres, ne peut donc pas être considérée comme normale. Il y a sur le tableau trois autres séries d'anciens Péruviens; deux d'entre elles atteignent ou dépassent le nombre de 30, et leurs indices varient entre 91.50 et 92.20. Cette différence énorme entre les crânes d'Aymaras et ceux des autres populations du même pays est évidemment la conséquence de l'espèce particulière de déformation artificielle qui était usitée chez les Aymaras. On sait que les déformations artificielles du crâne, quoique très diverses dans leurs caractères secondaires, peuvent se ramener à deux grandes classes, d'après la nature et le mode d'action des agents de compression, savoir : les *déformations relevées* qui diminuent le diamètre antéro-postérieur du crâne, et les *déformations couchées* qui aplatissent la voûte, surtout dans sa partie antérieure, et qui par là contraignent le crâne à se développer en longueur. La déformation des Aymaras nous offre le type le plus extrême des déformations couchées. Les déformations relevées n'exercent qu'une influence assez légère sur l'indice orbitaire ; il paraît toutefois qu'elles tendent à le diminuer un peu. Ainsi, il y a sur notre tableau deux séries d'anciens Mexicains. Celle des crânes non déformés donne un indice moyen de 93.12, celle des crânes déformés ne donne que 90.02 ; cette dernière série ne comprend, il est vrai, qu'une seule femme, ce qui est de nature à diminuer l'indice orbitaire moyen ; mais si l'on compare les hommes avec les hommes, on voit que l'indice orbitaire présente encore une diminution de 1.17 dans la série des déformés (1). Or, la défor-

1. Il y a sur le tableau une troisième série mexicaine, celle des Mexicains

mation mexicaine est une déformation relevée. De même, l'indice moyen des anciens crânes non déformés du Pérou est de 92.20 ; sur une série de crânes péruviens à déformation relevée, cet indice n'est que de 91.50 ; et la série spéciale des anciens Péruviens d'Ancon, composée à peu près par moitié de crânes non déformés et de crânes à déformation relevée, donne un indice de 92.08, intermédiaire entre les deux précédents. Il est donc assez probable que les déformations relevées tendent à faire décroître quelque peu l'indice orbitaire. Quant à l'accroissement excessif que présente l'indice orbitaire chez les Aymaras du Pérou, il ne peut être attribué qu'à l'influence de la déformation couchée. J'ajoute que, sur un crâne macrocéphale du Caucase, dont le front est presque aussi couché que celui des Aymaras, l'indice orbitaire s'élève à 105. On conçoit d'ailleurs que l'écrasement du front soit de nature à affaisser les voûtes orbitaires, à repousser le globe oculaire vers le bas, de manière à déprimer le bord inférieur de l'orbite, et à accroître ainsi le diamètre vertical de l'ouverture orbitaire.

L'indice moyen des crânes d'Aymaras ne pouvant être considéré comme normal, la limite supérieure des variations de cet indice est ramenée à 95.40, et tous nos indices mongoliques se trouvent compris entre ce chiffre et 90.02.

Mais ces deux limites sont-elles correctes? Il est permis d'en douter. En premier lieu, le chiffre de 90.02 se rapporte à une série de crânes qui ont subi la déformation relevée, et celle-ci, comme on l'a déjà vu, paraît de nature à diminuer l'indice orbitaire.

En second lieu, si la série des 6 Lapons nous a paru suspecte pour cause d'insuffisance numérique, accorderons-nous plus de confiance aux séries des 7 crânes d'Hawaï, des 6 crânes de la Vera-Paz, des 4 crânes de l'Ile de Pâques? Nous pourrons du moins n'accepter qu'avec réserve les moyennes qu'elles ont fournies, et nous demander ce que deviendrait notre tableau si nous n'y avions inscrit ni les Aymaras très-déformés du Pérou, ni les séries de moins de 10 crânes.

modernes recueillis par mon collègue le Dr Fuzier, pendant la campagne du Mexique ; ces crânes, provenant d'individus morts à l'hôpital de la Vera-Cruz, sont tous des crânes d'hommes ; aucun d'eux n'est déformé, leur indice orbitaire moyen est de 90,82 ; celui des anciens Mexicains non déformés du sexe masculin était de 90,80, c'est-à-dire à peu près identique.

Le nombre des séries mongoliques serait encore de 17, provenant de la Chine, de l'Indo-Chine, de la Malaisie, de la Polynésie, et de toutes les parties de l'Amérique; et les variations de l'indice orbitaire moyen, dans ces nombreuses races du type mongolique, seraient comprises entre le minimum de 90.28 (Indo-Chine) et le maximum de 93.85 (Chinois), ne donnant qu'un faible écart de 3.57 %.

L'indice orbitaire mégasème constitue donc un caractère très-remarquable du type mongolique; il est même très-probable qu'il ne présente, dans les races de ce type, que des variations très-restreintes, et qu'il établit entre elles non-seulement un trait de ressemblance, mais encore une étroite analogie.

J'aurais pu aisément éviter la discussion qui précède, en éliminant du tableau, conformément aux principes de la méthode des moyennes, les séries de moins de 10 crânes; j'aurais ainsi grandement simplifié ma tâche; mais alors mes chiffres auraient paru trop décisifs; le lecteur aurait pu être tenté d'admettre sans réserve une conclusion qui n'est encore que très-probable, et j'ai dû placer sous ses yeux les faits qui peuvent faire naître quelque doute, en les discutant d'ailleurs pour en faire ressortir l'insuffisance.

Les races du type éthiopique présentent, sous le rapport de l'indice orbitaire, moins d'homogénéité que celles du groupe précédent. Entre l'indice moyen des Tasmaniens (79.33) et celui des Papous de l'île de Toud, dans le détroit de Torrès (86.47), l'écart n'est pas de moins de 7.14 %; et si l'on craignait que la moyenne des 8 Tasmaniens, vu leur petit nombre, ne fût pas suffisamment solide, celle des 27 Australiens, qui est de 80.05, serait du moins valable, et l'écart serait encore de 6.42 %. Il est néanmoins intéressant de constater que toutes les races éthiopiques de l'Afrique et de l'Océanie sont ou tout à fait microsèmes, ou rapprochées de la limite du groupe microsème.

J'ai cru devoir réunir, dans une série spéciale, les crânes des nègres dont les squelettes sont déposés dans la galerie du Muséum ou dans le Musée du laboratoire. Ces squelettes sont ceux de nègres morts à Paris, et nés soit dans l'Afrique occidentale, soit dans nos colonies, dont la population noire est issue presque exclusivement de la côte occidentale de l'Afrique. Les crânes

de ces squelettes ne diffèrent donc pas, par leur origine ethnique, de ceux qui composent la série dite des *nègres occidentaux,* et effectivement l'indice orbitaire moyen est presque exactement le même dans les deux séries (85.40 et 85.13). Mais la série des squelettes offre cet avantage, que la distinction des sexes est absolument certaine, puisqu'on a connu les individus vivants, tandis que dans l'autre série cette distinction ne résulte le plus souvent que de l'examen du crâne, et est par conséquent moins certaine.

La série des nègres du Kordofan fait partie de l'importante collection de M. le Dr Fuzier, médecin de l'École polytechnique. Je rappelle, sans fierté, qu'à l'époque de la néfaste expédition du Mexique, le gouvernement français emprunta au vice-roi d'Égypte un régiment de nègres du Kordofan, destiné à l'occupation des terres basses, où la fièvre jaune sévit toujours si gravement sur les hommes d'Europe, surtout sur ceux qui sont nouvellement débarqués. On savait que les races nègres jouissent à l'égard de cette terrible maladie d'une immunité remarquable; et on en eut une nouvelle preuve, car les hommes du régiment nègre auxiliaire furent tous exemps du fléau. Mais bon nombre d'entre eux succombèrent à la phthisie pulmonaire dans l'hôpital de la Vera-Cruz, et M. Fuzier, alors médecin en chef de cet hôpital, put recueillir quelques-uns de leurs crânes. Voilà comment la série du Kordofan ne comprend que des hommes. Elle donne un indice orbitaire moyen de 85.09, un peu supérieur à celui des hommes des deux séries de nègres occidentaux, surtout à celui des nègres des squelettes. Mais il faut remarquer que tous ces nègres du Kordofan étaient de jeunes hommes; sur plusieurs d'entre eux la suture basilaire est encore ouverte, sur d'autres l'évolution des dents de sagesse n'est pas terminée; le développement du crâne n'est donc pas encore complétement achevé. La proportion de ces jeunes sujets est évidemment plus grande qu'elle ne l'est dans une série ordinaire, et cette circonstance est de nature à augmenter quelque peu le chiffre de l'indice orbitaire moyen.

Et puisque je trouve l'occasion de parler de la collection de M. Fuzier, je dirai que c'est dans la même collection que j'ai étudié deux autres séries inscrites sur le tableau : celle de

13 Mexicains modernes et des 14 Yucatèques. Les Mexicains modernes sont des hommes de la race indigène morts à l'hôpital; les crânes yucatèques ont été extraits d'une ancienne sépulture indienne dans les environs de Campêche.

Arrivons maintenant aux races du type caucasique. Le désordre qui apparaît sur notre tableau de répartition de l'indice orbitaire est dû entièrement, comme nous l'avons dit, à l'intervention de ces races, qui sont échelonnées dans nos trois groupes mégasème, mésosème et microsème, depuis le minimum de 77.01 (Guanches de Ténériffe) jusqu'au maximum de 90.93 (Hollandais de Zaandam). Cet écart considérable de 13.92 % fait naître aussitôt l'idée que le caractère de l'indice orbitaire n'a aucune signification dans l'étude des races caucasiques. Mais en y regardant de plus près on arrive à une autre conclusion. Ce caractère, en effet, fournit une notion très-importante au point de vue de l'ethnogénie de l'Europe occidentale.

Parmi les 27 séries caucasiques portées sur le tableau, 6 se rapportent à des races non européennes, savoir : les Kabyles, les Arabes d'Algérie, les anciens Égyptiens, les Arabes orientaux, les anciens habitants de la grande Canarie, et enfin les anciens Guanches de Ténériffe.

Toutes ces séries, à l'exception de la dernière, sont mésosèmes, mais le sont à des degrés divers. Celle des Arabes orientaux, (Égypte et Asie) ne comprend que 7 crânes. Son indice moyen n'est que de 85.15, tandis que celui des 29 Arabes d'Algérie s'élève à 88.63, et ne diffère pas sensiblement de celui des 26 Kabyles (88.92). Je suis donc disposé à croire que la différence assez grande qui existe entre les deux séries d'Arabes, est la conséquence du mélange qui s'est effectué en Algérie entre les Arabes et les Kabyles; mais cette notion n'est que provisoire, car la série des Arabes de l'Orient est trop courte pour servir de base à une conclusion positive.

La grande série des Égyptiens anciens donne une moyenne de 87.97, peu différente de celle des Berbers (ou Kabyles). Ce rapprochement n'est pas sans intérêt mais ne doit pas nous faire conclure à l'homogénéité des races de l'Afrique septentrionale. Il paraît très probable, au contraire, qu'il y a eu autrefois, dans cette région, une race très-microsème. Toutes les notions géo-

graphiques et ethnologiques concourent à établir que l'ancienne population des îles Canaries était originaire de l'Afrique septentrionale. Le fait qu'une partie de cette population était blonde n'est pas contraire à cette manière de voir, puisqu'il est parfaitement établi qu'il y a un grand nombre de blonds, et même des tribus entières d'hommes blonds dans l'Algérie et dans le Maroc. Les anciens habitants des Canaries appartenaient donc à deux ou plusieurs races différentes. Or, il résulte de notre tableau que l'une au moins de ces races avait un indice orbitaire très-microsème.

Les anciens habitants de Ténériffe différaient notablement sous ce rapport de ceux de la grande Canarie, et peut-être aussi de tout le reste de l'archipel. Dans la grande Canarie, l'indice orbitaire est encore mésosème, comme celui des Berbers, mais il descend déjà à 84.44, ce qui paraît indiquer l'influence d'un croisement avec une race microsème. Cette race, nous la trouvons dans l'île de Ténériffe. Le laboratoire d'anthropologie possède une belle série de 11 crânes, provenant de la caverne de Barranco-Hundo, sépulture des anciens Guanches de Ténériffe. Cette série, rapportée en Europe par M. Bouglinval, nous donne un indice orbitaire moyen de 77.01 ; elle ne renferme, il est vrai, que deux crânes de femmes, dont l'indice moyen s'élève à 79.27; cela permet de croire que la moyenne des deux sexes devait être un peu supérieure à 77.01, et s'élever par exemple à 78. Mais, même avec ce correctif, et même avec l'accroissement qui pourrait se manifester sur une série plus nombreuse, la race des anciens Guanches de Ténériffe resterait encore très-microsème, et c'est elle qui occupe la dernière ligne sur notre tableau.

Prenons note de ce fait, et passons à l'examen de nos séries caucasiques d'origine européenne. Toutes proviennent de l'Europe occidentale (France, Espagne, Italie, Hollande). Ce qui nous frappe tout d'abord, c'est que toutes les séries modernes sont mésosèmes ou même mégasèmes, tandis que toutes les séries microsèmes sont anciennes. Nous sommes, d'après cela, conduits à penser que, parmi les anciennes races de l'Europe occidentale, il devait y en avoir au moins une caractérisée par un indice orbitaire très-petit, et que l'atténuation de ce caractère

a été la conséquence de l'arrivée de nouvelles races dont l'indice orbitaire était beaucoup plus grand.

Quel fut le type des plus anciennes races de l'Europe? J'ai établi, dans des publications antérieures, que ce type était dolichocéphale. Pendant la plus grande partie de la période quaternaire ou paléolithique, il n'y eut que des dolichocéphales ; c'est seulement vers la fin de cette immense période qu'apparurent pour la première fois des races mésaticéphales ou sous-brachycéphales. Quant aux races vraiment brachycéphales, caractérisées par un indice céphalique de 85 % et plus, elles ne se sont répandues dans notre région occidentale que pendant la durée de l'époque néolithique.

Mais le type dolichocéphale paléolithique ne comprenait-il qu'une seule race ? MM. de Quatrefages et Hamy, dans leur belle publication intitulée *Crania ethnica*, ont décrit tous les crânes ou fragments de crânes de ce type, qui datent des temps quaternaires, et ont pu les rattacher à deux races distinctes qu'ils ont désignées sous les noms de *race de Canstadt* et de *race de Cro-Magnon*, d'après les noms respectifs des stations où les spécimens les plus caractéristiques en ont été découverts. J'admets la distinction établie par ces éminents observateurs, quoique les crânes de la race de Canstadt soient tous privés de leur région faciale, et que dès lors beaucoup de leurs caractères, parmi les plus importants, n'aient pu être constatés jusqu'ici; j'admets, en outre, avec eux que cette race est plus ancienne que celle de Cro-Magnon, quoique celle-ci soit bien antérieure à l'âge du renne et remonte incontestablement à l'âge du mammouth.

L'état de mutilation des spécimens de la race de Canstadt ne permet malheureusement pas d'étudier sur eux les diamètres de l'orbite. Néanmoins, l'examen des arcades sourcilières, qui sont conservées sur plusieurs d'entre eux, permet de croire que l'indice orbitaire était assez grand. Ces arcades, en effet, au lieu de présenter, comme d'habitude, un bord surbaissé et peu concave, sont très fortement cintrées, et on peut en conclure, avec beaucoup de probabilité, que le diamètre vertical de l'ouverture orbitaire devait être considérable.

MM. de Quatrefages et Hamy rapprochent de leur race de Canstadt un crâne remarquable, trouvé dans la carrière Forbe,

près Gibraltar, dans des conditions de gisement qui dénotent une époque très-ancienne, mais qui ne permettent de fixer aucune date. Ce crâne a été présenté par M. Busk au congrès international d'anthropologie préhistorique (1868, session de Norwich). La région faciale est entière, mais des fragments d'une gangue très-dure, que l'on n'a pu enlever, en masquent quelque peu les contours; j'ai pu néanmoins mesurer assez exactement les diamètres orbitaires. Les orbites sont très grandes; leur largeur est de 44^{mm}, leur hauteur s'élève à 39^{mm}, l'indice orbitaire est par conséquent de 88,83 et presque mégasème (1). Cela confirmerait l'opinion que la race de Canstadt avait un grand indice orbitaire, mais il n'est pas suffisamment prouvé que le crâne de la carrière Forbe ait appartenu à cette race.

Nous possédons des renseignements plus certains sur la race de Cro-Magnon, que MM. de Quatrefages et Hamy appellent la *seconde race fossile*. Les deux diamètres de l'orbite ont pu être mesurés sur deux des trois crânes de Cro-Magnon et sur le crâne de l'homme fossile de Menton qui, malgré la distance des lieux, doit être rapporté à la même race. Chez l'homme de Cro-Magnon, l'ouverture orbitaire a 44^{mm} de large sur 27 seulement de haut, l'indice est donc de 61.36; chez la femme les deux diamètres sont de 43^{mm} et de 28.5, et l'indice de 71.25 %. Enfin, l'homme de Menton donne des diamètres de 43 et 28 avec un indice de 65.11 %. Ces trois individus sont donc très-microsèmes, et le premier d'entre eux, comme je l'ai déjà dit, est le plus microsème de tous les hommes connus.

Treize crânes, pour la plupart mutilés, ont été extraits des alluvions de Grenelle par feu Émile Martin. Ils proviennent de deux carrières différentes, mais voisines (carrière Hélie et carrière Coulon); ils s'y trouvaient à des profondeurs de 2 mètres, de 2 mètres 50 et de 3 mètres. La détermination des époques auxquelles ils se rapportent est restée quelque peu incertaine, mais d'après les conditions de leur gisement, on doit les considérer comme très-anciens, quoiqu'ils paraissent ne pas l'être tous au même degré, les uns se rattachant de la manière la plus

1. Je relèverai ici deux fautes d'impression : Dans ma notice *sur les ossements de Gibraltar* (*Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1870, p. 156), on a imprimé 68,33 au lieu de 88,83, et dans les *Crania ethnica*, 1re livraison, p. 22, on a indiqué pour la largeur de l'orbite 66^{mm}, au lieu de 44^{mm}.

manifeste, par l'ensemble de leurs caractères, à la race de Cro-Magnon, les autres se rapprochant d'une manière non moins évidente des formes néolithiques.

J'ai pu mesurer l'indice orbitaire sur cinq de ces crânes, et j'en ai formé une petite série qui est loin sans doute d'être homogène, mais qu'il m'a paru utile d'inscrire sur le tableau à titre de renseignement.

L'indice orbitaire des 3 hommes est de 79.83, celui des deux femmes est de 83.56, et les cinq crânes réunis donnent une moyenne de 81.25. Sur l'un de ces crânes, qui est féminin, l'indice s'élève à 86.11 ; les autres indices individuels sont, chez la seconde femme, 81.08, et chez les trois hommes de 75.67, de 80.95 et de 82.50.

Enfin, le Muséum possède un crâne d'homme, trouvé dans des conditions analogues à Billancourt, vis-à-vis Grenelle, sur l'autre rive de la Seine. Les diamètres orbitaires de ce crâne sont de 43 et 33^{mm}, et l'indice est de 76.74.

Ces faits démontrent qu'à l'époque quaternaire et dans les temps qui la suivirent de près, il y avait sur notre sol au moins une race dont l'indice orbitaire était très-microsème. Ce caractère était-il commun à toutes les races de la même époque et de la même région ? Il n'existe aucune preuve du contraire; mais il est probable qu'une race moins microsème ou même mésosème existait alors en Belgique, car sur l'un des crânes de Furfooz, découverts par M. Dupont, l'indice orbitaire s'élève à 88 % (sur l'autre, il n'est que d'environ 77 %). Des mélanges ethniques, de nature à agrandir l'indice orbitaire, pouvaient donc dès lors commencer à s'effectuer. Néanmoins, à Solutré (âge du renne), dans la caverne de l'Homme-Mort (Lozère, commencement de l'époque de la pierre polie), à Baye (Marne, époque de la pierre polie), et enfin dans les dolmens du nord de la France, les indices orbitaires moyens sont encore compris entre 80.50 et 82.07 (1).

Les indices mésosèmes ne commencent à prévaloir que plus tard, et j'ai lieu de croire que ce fait a coïncidé avec l'introduction

1. Dans la série de Solutré, je n'ai compris que les crânes dont la date paléolithique n'est pas contestée. Sur les crânes plus modernes de Solutré, l'indice orbitaire moyen s'élève à 89,28.

de la brachycéphalie proprement dite, introduction qui paraît s'être effectuée en France par la frontière de l'est ou du sud-est vers la fin de l'époque néolithique. Dans les dolmens de la Lozère, où l'on trouve déjà un peu de bronze et où quelques crânes nettement brachycéphales se rencontrent à côté d'un plus grand nombre de crânes de l'ancienne race dolichocéphale, l'indice orbitaire n'est plus absolument microsème ; car cette série, dont l'indice s'élève à 83,49, est la dernière du groupe mésosème. Puis l'influence de la race mésosème ou mégasème se prononce de plus en plus, et nous voyons déjà, à l'époque du fer, les Gaulois de la Marne atteindre l'indice de 87,52, qui se trouve à peu près de niveau avec celui de nos populations actuelles.

Les différences que celles-ci présentent, sous le rapport de l'indice orbitaire, dépendent probablement de la nature des croisements qui se sont produits dans les diverses régions de l'Occident. J'ai pu attribuer l'introduction des grands indices à une importation étrangère, en constatant que la forme microsème avait prévalu pendant la plus grande partie des temps préhistoriques ; mais il n'en résulte pas que toutes les races qui sont venues depuis lors se fixer sur notre sol fussent mégasèmes ou mésosèmes, Loin de là, car les deux séries de crânes mérovingiens que j'ai étudiées sont microsèmes, avec des indices moyens de 81,27 et de 82,96. C'est probablement à cette influence franque, encore sensible il y a sept siècles dans la population de Paris, et depuis lors effacée, qu'est due la différence très notable qui existe entre l'indice orbitaire des Parisiens modernes (86,45) et celui des Parisiens du XIIe siècle (83,73).

A côté de ces derniers, et tout près de la limite inférieure du groupe microsème, se trouvent les Basques espagnols, et ici mes idées se reportent vers une hypothèse que m'a déjà suggérée depuis longtemps l'étude de plusieurs autres caractères, savoir : que les anciennes populations de l'Europe occidentale, ou du moins de l'Espagne et de la France, étaient affiliées avec certaines races du nord de l'Afrique. J'ai eu l'occasion de signaler ailleurs la ressemblance remarquable des crânes des anciens Guanches de Ténériffe avec ceux de la race de Cro-Magnon. En Europe, cette dernière race est éteinte depuis un grand nombre de siècles ; elle a disparu, en tant que race, sous de nombreux croisements ;

toutefois, à toutes les époques, l'atavisme en a fait reparaître les caractères, à l'état sporadique, chez quelques individus. On trouve donc, jusque dans nos séries modernes, certains crânes qui, par quelques-uns de leurs traits, se rapprochent plus ou moins du type de Cro-Magnon. Mais ces cas sont exceptionnels, et ces rapprochements sont peu frappants, tandis que l'étroite analogie des crânes de Ténériffe et des crânes de Cro-Magnon est évidente au premier coup d'œil. Dans leur seconde livraison, consacrée à l'étude de leur « seconde race humaine fossile » MM. de Quatrefages et Hamy ont figuré en demi-grandeur l'un de nos crânes de Ténériffe, en ajoutant : «Les figures 87 et 88 représentent les vues de face et de profil du sujet n° 9 de Barranco-Hundo, l'individu qui se rapproche le plus des troglodytes de la Vézère, dans les nombreuses collections craniologiques qui nous ont passé par les mains » (1). J'ajoute à mon tour que ce crâne n° 9 ne fait nullement exception dans sa série; il a été choisi parce qu'il ressemble plus spécialement au vieillard de Cro-Magnon, mais tous les autres crânes qui l'accompagnent se rattachent manifestement au même type. Il paraît probable, dès lors — et plusieurs autres faits déposent dans le même sens — qu'à une époque très-reculée, lorsque l'Espagne était encore en continuité avec l'Afrique, notre race de Cro-Magnon s'étendait vers le sud, jusque dans l'Afrique septentrionale; que de là, à une époque encore inconnue, elle a gagné les îles Canaries, et qu'elle s'est maintenue dans l'une de ces îles, pendant qu'elle s'éteignait en Europe. Quand je parle de *la race* de Cro-Magnon, je ne prétends pas qu'elle fut uniformément la même dans toute la vaste région où je suppose qu'elle s'était répandue, ni même dans la partie de cette région qui est aujourd'hui la France ; je devrais plutôt dire *les races* du type de Cro-Magnon, car il existait sans doute, dans les populations de ce type, les différences équivalentes à celles qui nous suffisent aujourd'hui pour établir des distinctions ethniques; mais elles étaient si voisines les unes des autres, eu égard à la grande distance qui les sépare des races actuelles, qu'elles nous apparaissent aujourd'hui comme si elles n'avaient formé qu'une seule race.

1. *Crania ethnica*, 2e livraison, p. 97.

La conformation très-microsème de l'orbite est au nombre des caractères qui établissent l'affinité de la race de Cro-Magnon et de celle de Barranco-Hundo. On a vu, en effet, que cette dernière race est celle qui nous a donné le plus petit indice orbitaire (77,01). Et si nous retrouvons cet indice très-microsème dans la France méridionale et dans l'Afrique septentrionale, il doit paraître à peu près certain qu'à l'époque où il était prédominant en France, il devait aussi exister en Espagne. On comprendrait ainsi pourquoi les Basques espagnols, qui sont les descendants les moins mélangés des anciennes populations ibériques, conservent encore un indice orbitaire assez petit (83,93), et peu éloigné de celui du groupe microsème. Quant aux Basques français, je crois avoir suffisamment démontré ailleurs qu'ils n'ont reçu qu'une assez faible infusion de sang ibérique; et leur indice de 86,18 est à peine inférieur à celui des autres séries modernes de la France.

Il résulte des considérations précédentes, que l'étude de l'indice orbitaire est de nature à fournir des notions intéressantes dans les recherches relatives à l'ethnogénie de l'Europe. L'importance de ce caractère, au point de vue de la constitution du groupe des races mongoliques et du groupe des races éthiopiques a déjà été signalée. J'espère donc que les anthropologistes le jugeront digne de leur attention. On ne le voit pas se développer, dans la série des races humaines suivant un ordre déterminé; on ne le voit pas croître ou décroître suivant le degré de supériorité ou d'infériorité des types anthropologiques, et sous ce rapport, il est bien moins important que l'indice nasal. Mais le point de vue de la classification n'est pas le seul sous lequel on doive se placer. On ne classe bien que ce que l'on connaît complètement, et l'ordre logique, — auquel on n'a pas toujours la patience de s'astreindre, — veut que l'étude des caractères descriptifs précède la recherche des groupes naturels. Or, parmi les caractères morphologiques des races humaines, il en est peu qui offrent plus d'intérêt que la forme des orbites, exprimée par l'indice orbitaire.

Mais je dois ajouter que ce caractère, considéré dans une même série, présente peu de fixité. Si l'on se bornait à des observations individuelles, on en méconnaîtrait souvent la valeur.

Cette valeur ne se manifeste que sur les moyennes ethniques, où les formes extrêmes s'atténuent toujours et se neutralisent le plus souvent lorsque les séries sont suffisamment nombreuses. J'ai donc fait reposer avant tout ce travail sur l'étude des moyennes. Mais je dois maintenant faire connaître les variations individuelles ou autres des diamètres orbitaires et de l'indice qui exprime leur rapport. J'y joindrai quelques renseignements sur les aires orbitaires dont l'étude n'est pas sans intérêt.

§ 8. — *Variations des dimensions de l'orbite et de l'aire orbitaire chez l'homme.*

La largeur de l'orbite peut s'élever jusqu'à 47^{mm} et descendre jusqu'à $32^{mm}5$. Les maxima s'observent naturellement chez les hommes et les minima chez les femmes.

Maxima de la largeur. — Les orbites les plus larges que j'aie mesurées sont les suivantes : un Guanche de Ténériffe 47, un Néo-Calédonien 46, un Australien et un Esquimau 45, le vieillard de Cro-Magnon et le crâne fossile de la carrière Forbe, près Gibraltar, 44. Les chiffres de 43 et de 42, quoique plus communs, sont encore assez rares. Le plus grand diamètre transversal du crâne féminin peut atteindre 43. J'ai constaté ce chiffre sur deux femmes de la série des Esquimaux.

Minima de la largeur. — Le minimum de largeur, 32,5 s'est rencontré chez une Parisiennne du XIIe siècle, dont le crâne est d'ailleurs très-petit. Deux femmes de l'ancienne Égypte, une femme Basque de Saint-Jean de Luz, une femme Aymara du Pérou, une Étrurienne moderne, enfin une femme et un homme de Siam n'ont donné que 33^{mm}. Tous les autres diamètres transversaux avaient au moins 34^{mm}.

En somme, la largeur de l'orbite varie chez l'homme adulte de 33 à 47^{mm}, chez la femme de 32,5 à 43.

Les limites extrêmes de la hauteur de l'orbite ont été :

Maxima de la hauteur. — Un indien Peau-Rouge du Visconsin 42, un Indien de la Vera Paz (Bolivie) 41, une *femme* arabe d'Algérie 40,5, un Indien du nord-ouest 39,5. La hauteur de 39

s'est rencontrée chez deux Chinois, un Caraïbe, un Yucatèque, deux Arabes d'Algérie, un Bas-Breton, un Péruvien moderne, et enfin une *femme* Aymara du Pérou. Tous les autres chiffres obtenus sont au-dessous de 39.

Minima de hauteur.— Un Tasmanien 25; puis un Mérovingien, une femme des grottes de Baye (pierre polie), et le célèbre vieillard de Cro-Magnon n'ont que 26. Je trouve 27 sur un Mérovingien, un homme de Baye, un de la caverne de l'Homme-Mort et sur trois femmes (Égypte, Mérovingiens, Baye). Tous les autres ont plus de 27.

On remarquera qu'ici, contrairement à ce que l'on aurait supposé, le minimum s'est présenté chez un homme, et qu'il y a encore deux hommes sur trois cas dans le sous-minimum. Cette singularité a été en quelque sorte expliquée à l'avance dans le paragraphe consacré au parallèle des sexes; elle est due à la cause qui tend à rendre l'homme plus microsème que la femme, en diminuant la hauteur relative de l'orbite du premier. Malgré cela, on verra tout à l'heure que le diamètre vertical de l'orbite est en général un peu plus grand dans le sexe masculin.

A ces grandes variations des diamètres orbitaires, correspondent des variations très-étendues de leurs rapports. J'ai déjà dit que le plus petit indice orbitaire connu est celui du vieillard de Cro-Magnon, 61,36. Les chiffres les plus faibles après celui-là sont: un Tasmanien 61,97, un Mérovingien 63,90, l'homme de Menton 65,11, l'homme n° 7 des Guanches de Ténériffe 65,95, un Néo-Calédonien 69.56, un Australien 69,77, un Nubien, un Cafre, un Basque espagnol et un Auvergnat, entre 70 et 71, enfin la femme de Cro-Magnon 71,25. Le Basque et l'Auvergnat font ici des notes discordantes, puisqu'ils appartiennent à des séries mésosèmes; mais ces deux individus sont très-exceptionnels; après eux, les plus petits indices de leurs séries respectives sont de 77,00 et de 76,19, quoique ces séries comprennent l'une 87 crânes et l'autre 53. Ils sont donc évidemment anormaux.

Tous les indices très-petits qui ont été indiqués plus haut se sont présentés chez des hommes, à l'exception du dernier qui se rapporte à la race de Cro-Magnon, mais on n'a pas oublié que cette race est extrêmement microsème.

Les maxima de l'indice orbitaire se rencontrent naturellement

dans les races mégasèmes. La série des Aymaras déformés comprend à elle seule, sur les 22 crânes dont elle se compose, 10 cas où l'indice est égal ou supérieur à 100, savoir : sept femmes et trois hommes. Les maxima de cette série toute spéciale sont 109,08 et 106,85 sur deux femmes, 105,55 sur un homme.

Les indices de 100 et au delà sont encore très nombreux dans la série des Chinois, savoir : trois femmes à 108,33, 104,27 et 100, et quatre hommes à 105,71, 102,85, 102,78 et 100.

Je trouve ensuite 105 sur un Indien Peau-Rouge, puis le chiffre de 100 dans les cas suivants ; un homme d'Hawaï, deux femmes des Iles Marquises, une Péruvienne non déformée, un Malais, un Mexicain, une femme de l'Indo-Chine, une femme de l'ancienne Égypte, et enfin les nombreuses séries des Auvergnats et des Parisiens du XIXe siècle comptent chacune une femme dont l'indice orbitaire est égal à 100.

Revenons maintenant sur les diamètres orbitaires. Les dimensions *absolues* des orbites, dont nous venons d'indiquer les écarts extrêmes, dépendent pour beaucoup des variations individuelles, mais elles ne dépendent pas moins de l'influence de la race. C'est ce que montre notre tableau n° 2, où sont inscrits, pour chaque sexe, les diamètres orbitaires des diverses séries. Il m'a paru inutile d'y ajouter les moyennes générales de chaque série, comme je l'ai fait sur le tableau des indices orbitaires. On a vu plus haut que le sexe exerce une certaine influence sur l'indice orbitaire, mais cette influence est, en somme, assez légère, et le nombre proportionnel des hommes et des femmes ne modifie pas beaucoup la moyenne générale de la série ; il n'y a donc pas d'inconvénient à se servir des moyennes générales pour l'ordination des séries, et ce procédé simplifie beaucoup les comparaisons. Mais, lorsqu'au lieu des dimensions relatives, on considère les dimensions absolues, les différences sexuelles deviennent assez grandes pour que les moyennes générales des séries où les deux sexes sont très-inégalement représentés soit sérieusement altérées. Le tableau n° 2 ne comprend donc que les moyennes sexuelles ; il a été ordonné d'après les aires orbitaires dont nous parlerons tout à l'heure.

Dans toutes les séries, à l'exception de celle des Chinois, le *diamètre transversal* moyen des hommes est plus grand que celui

des femmes. Pour se rendre compte de l'étendue de cette différence, il est bon de ne considérer que les vingt séries où chaque sexe est représenté par 10 crânes au moins (l'indication du nombre des crânes de chaque catégorie est inscrite sur le premier tableau) ; on voit alors que les plus grandes différences s'observent chez les Péruviens non déformés (2^{mm},63), les Parisiens modernes (2,38), les anciens Mexicains non déformés (2,19), les Néo-Calédoniens (2,15), les Péruviens d'Ancon (2,05), et les nègres occidentaux (2,00). Les plus faibles se présentent dans la série néolithique de Baye (0.35), chez les Javanais (0,91) et chez les Mérovingiens de Chelles (0,97). Dans toutes les autres séries, la différence est comprise entre 1 et 2^{mm}, et presque toujours supérieure à 1, 5, de sorte que la différence sexuelle moyenne est d'environ 1,75. Chez les Chinois, au contraire, la largeur orbitaire des femmes excède de 0,14 celle des hommes. Ce fait, s'il se confirmait, serait difficile à expliquer ; mais la série des Chinois ne comprend que 7 femmes, et ce chiffre n'est pas à l'abri du hasard.

Les différences sexuelles des hauteurs orbitaires sont beaucoup moindres que celles des largeurs. L'avantage reste encore presque toujours à l'homme, néanmoins chez les Chinois le diamètre vertical des femmes l'emporte de 0,19; chez les Aymaras il l'emporte de 0,21 et chez les Péruviens à déformation relevée de 1,66 ; mais cette dernière série est très-courte. Dans les 20 grandes séries dont on vient de parler, la plus grande différence en faveur des hommes s'observe chez les Bas-Bretons (1,75), puis chez les Péruviens non déformés (1,16), chez les Péruviens d'Ancon (0,97), et aux îles Marquises (0,93). Partout ailleurs, elle est moindre que 0,90; elle descend même à 0,16 chez les Néo-Calédoniens, et à 0,04 chez les gens de Baye. La différence moyenne, dans toutes ces séries, est d'environ 0,60 ; c'est à peu près le tiers de la différence qui existe sur les diamètres verticaux, et cela confirme pleinement l'opinion que j'ai exprimée plus haut, savoir : que c'est par la diminution du diamètre vertical que l'indice orbitaire des hommes est rendu plus microsème que celui des femmes.

Aires orbitaires. — La mensuration de l'aire des ouvertures orbitaires ne peut être faite directement, car ces ouvertures

irrégulières ne se prêtent pas à des déterminations géométriques; mais on obtient des termes approximativement comparables en étudiant les aires des rectangles circonscrits, quoique les *rectangles orbitaires*, donnés par le produit des deux diamètres, soient nécessairement plus grands que les aires orbitaires elles-mêmes.

L'ordination du tableau n° 2 a été faite d'après les chiffres qui expriment les superficies des rectangles ordinaires moyens des hommes de chaque série. Ici, tous les types s'entre-croisent, les séries se succèdent sans aucun ordre, et on n'en peut tirer aucune conclusion, si ce n'est que les aires orbitaires présentent des différences ethniques extrêmement grandes. Entre la plus grande moyenne, celle des Esquimaux (1456 millimètres carrés), et la plus petite, celle des parias de Calcutta (1095 millimètres carrés) l'écart est de 361mm carrés, c'est-à-dire de plus d'un tiers.

Je dirai, puisque j'en trouve l'occasion, quelques mots sur cette série des parias de Calcutta. On sait que la caste des parias, formée dans l'origine par les représentants des anciennes races conquises, reçoit en outre dans son sein tous les individus rejetés hors de leurs castes. Elle résulte donc du mélange qui s'est effectué, dans des proportions tout à fait inconnues, entre l'élément éthiopique primitif, l'élément mongolique de la première conquête, et l'élément caucasique de la seconde. Voilà pourquoi j'ai laissé en blanc, sur mon premier tableau, la mention du type anthropologique de la série des parias. L'état extrême de misère et d'abjection dans lequel vivent ces malheureux, explique jusqu'à un certain point le peu de développement de leur cerveau et le petit volume de leur crâne. La capacité moyenne du crâne des hommes n'est que de 1337,57, et celle des femmes descend à 1114 centimètres cubes. On peut donc s'attendre à trouver sur d'aussi petits crânes des orbites peu spacieuses, et dès lors on ne s'étonnera pas de voir que les parias de Calcutta occupent le dernier rang sur la liste des aires orbitaires.

Dans cette série, composée exclusivement d'individus parfaitement adultes, l'aire orbitaire descend trois fois au-dessous de 1000mm c., sur deux femmes à 992 (32 sur 31), et sur un homme à 986 (34 sur 29). Ce sont les plus petits chiffres individuels des rectangles orbitaires que j'ai mesurés. A l'autre extrémité du ta-

bleau, dans la série des Esquimaux, deux individus, un homme et une femme, m'ont donné des rectangles orbitaires de 1612,50. Ils ont tous deux exactement les mêmes diamètres : 43 sur 37,5. Ce chiffre de 1612,50, le plus fort que j'aie constaté dans les séries comprises sur mon tableau, n'est cependant pas le plus grand qui puisse se présenter chez l'homme. Je rappelle, en effet, que le crâne fossile (?) de la carrière Forbe, près Gibraltar, présente une largeur orbitaire de 44 sur une hauteur de 39, ce qui donne un produit de 1716 millimèt. c. Quoiqu'on ne puisse jusqu'ici tirer de l'étude des aires orbitaires aucune conclusion générale, on ne peut se défendre de l'idée qu'un aussi immense développement de l'ouverture des orbites sur ce crâne, dont la face n'offre que des dimensions ordinaires, établit un raprochement d'une certaine importance entre cet antique crâne de la carrière Forbe et les singes anthropoïdes.

Je rappelle que MM. de Quatrefages et Hamy, se basant sur l'étude des autres caractères du crâne de la carrière Forbe, ont été conduits à supposer que ce crâne se rattachait à la « première race fossile, ou race de Canstadt. » Tous les autres crânes sur lesquels repose la description de la race de Canstadt sont privés de la région faciale ; et quand même il serait démontré que le crâne en question appartient réellement à cette race, on pourrait toujours se demander si le développement excessif de son aire orbitaire n'est pas dû à une de ces excentricités individuelles auxquelles il est difficile d'assigner des limites. Mais si cet individu n'était pas exceptionnel dans sa race, si des faits ultérieurs prouvent qu'il y a eu réellement une race, celle de Canstadt ou une autre, dans laquelle l'aire orbitaire ait atteint de pareilles proportions et dépassé de plus de 100 mill. carrés, c'est-à-dire de plus de 1 cent. carré, tous les autres chiffres connus, il faudra bien reconnaître que, par ce caractère au moins, cette race se rapprochait du type des singes.

Ceci toutefois ne saurait s'étendre aux Esquimaux, qui, il est vrai, tiennent la tête du tableau des aires orbitaires, mais qui y sont suivis d'assez près par les Américains du nord-ouest et par plusieurs autres peuples de la Polynésie ou de l'Amérique, et qui, par conséquent, ne se détachent pas assez du reste du tableau pour qu'il y ait lieu de leur appliquer la remarque précédente.

L'ampleur considérable de leurs aires orbitaires ne constitue donc qu'une particularité de plus à ajouter à celles qui singularisent cette race; nous savions déjà qu'elle est la plus dolichocéphale et la plus leptorhinienne de toutes les races connues, et cette fois encore, nous voyons qu'elle occupe l'une des extrémités du tableau des aires orbitaires.

Le fait que sur ce tableau les races qui avoisinent le plus les Esquimaux appartiennent au type mongolique, peut-il être considéré comme un argument à l'appui de l'opinion commune, qui rattache les Esquimaux à ce type? Je ne le pense pas, car, si l'on considére les diamètres, on verra que l'ampleur de l'indice orbitaire est due principalement, chez les Esquimaux, au grand développement du diamètre transversal, tandis que, dans les séries qui en approchent, elle est due surtout au grand développement du diamètre vertical.

Les aires orbitaires moyennes sont plus petites dans le sexe féminin que dans le sexe masculin. Il n'y a que deux exceptions, celle des Péruviens à déformation relevée et celle des Chinois, et on pouvait les prévoir, puisque ces deux cas sont ceux où le diamètre vertical s'est trouvé plus grand chez la femme que chez l'homme. Mais de ces deux exceptions, la première n'a aucune signification, vu la faiblesse de la série, qui ne comprend que 6 hommes et 4 femmes. La seconde seule mérite quelque attention, quoique le nombre des femmes de la série des Chinois soit encore insuffisant.

Pour apprécier l'étendue de la différence sexuelle des aires orbitaires, nous ne considérerons que les 20 séries où chaque sexe est représenté par 10 crânes au moins. Nous verrons alors que la différence s'élève à 126,97 chez les Bas-Bretons, à 105,44 chez les Péruviens d'Ancon, qu'elle descend à 29,36 chez les Basques espagnols, à 12,23 chez les gens de Baye, et, qu'en moyenne générale, elle est d'environ 73 millimètres carrés.

Tableau n° 1. — *L'indice orbitaire moyen suivant les races.*

N. B. — Les lettres M, C et E, inscrites dans la dernière colonne, indiquent les types Mongolique, Caucasique et Ethiopique. — N veut dire nombre.

		Séries totales.		Hommes.		Femmes.		Différences	
	1° Mégasèmes.	N	Indices.	N	Indices.	N	Indices.	sexuelles.	
1	Aymaras du Pérou très-déformés (déformation couchée)...................	22	98.08	12	96.11	10	100.55	+4.44	M
2	Polynésiens d'Hawaï......	7	95.40	4	96.73	3	93.52	—3.22	M
3	Bolivie. Vera-Paz..........	6	95.25	2	95.12	4	95.33	+0.21	M
2	Chinois.....................	27	93.85	20	93.12	7	95.91	+2.79	M
5	Anciens Mexicains non déformés..................	19	93.12	8	90.80	11	94.71	+3.91	M
6	Pérou non déformés.......	30	92.20	15	90.49	13	93.85	+3.36	M
7	Ancon (Pérou)	32	92.08	17	90.92	11	93.41	+2.49	M
8	Polynésiens divers	40	92.02	21	92.56	15	92.68	+0.12	M
9	Malais sans les Javanais ...	14	91.97	11	92.09	3	91.51	—0.48	M
10	Pérou (déformation relevée).	10	91.50	6	89.18	4	95.05	+5.87	M
11	Yucatan ancien	14	91.41	10	91.33	4	91.61	+0.28	M
12	Iles Marquises	28	91.21	15	91.52	10	92.64	+1.12	M
13	Javanais....................	43	91.14	31	91.02	11	91.73	+0.71	M
14	Nord-ouest de l'Amérique septentrionale	19	91.12	16	90.77	3	93.04	+2.27	M
15	Zaandam (Hollande).......	49	90.93	22	88.95	22	92.94	+3.99	C
16	Mexicains modernes.......	13	90.82	13	90.82	0	» »	» »	M
17	Patagonie	19	90.81	12	90.32	6	92 69	+2.37	M
18	Amérique septentrionale (Peaux-Rouges)	26	90.75	21	90.65	5	91.25	+0.60	M
19	Colombie..................	15	90.61	12	90.22	3	92.67	+2.45	M
20	Chili	14	90.51	7	89.03	7	92.08	+3.05	M
21	Bretons Gallots...........	69	90.49	38	90.13	26	91.15	+1.02	C
22	Indo-Chine	17	90.28	12	88.91	5	93.71	+4.80	M
23	Ile de Pâques.............	4	90.27	1	86.48	2	91.97	+5.49	M
24	Indiens du Brésil	14	90.10	8	86.77	6	94.73	+7.96	M
25	Ancien Mexique déformés (déformation relevée)....	9	90.02	8	89.63	1	92.10	+2.47	M
26	Parias de Calcutta	11	89.29	7	86.15	3	95 45	+9.30	?
	2° Mésosèmes.								
27	Kabyles....................	26	88.92	20	88.08	6	91.89	+3.81	C
28	Arabes d'Algérie..........	29	88.63	25	87.81	4	93.91	+6.10	C
29	Corses.....................	28	88.64	13	85.92	8	92 08	+6.16	C
30	Savoyards	17	88.59	10	87.47	7	90.22	+2.75	C
31	Etrurie moderne.—Pistoia.	18	88.21	10	87.40	6	89.45	+2.05	C
32	Esquimaux	19	88.21	11	88.49	8	87.81	—0.68	?
33	Bas-Bretons	63	88.12	32	87.04	26	88.75	+1.71	C
34	Egypte ancienne..........	112	87.97	51	86.29	52	89.90	+3.61	C
35	Lapons....................	6	87.55	4	85.85	1	89.19	+3.34	M
36	Gaulois de la Marne.......	34	87.52	24	86.37	10	90.38	+4.01	C
37	Berneuil (Charente-Infér.)..	11	87.20	8	87.04	2	87.22	+0.18	C
38	Auvergnats...............	87	86.55	43	85.72	28	87.76	+2.04	C
39	Parisiens (xixe siècle)	122	86.45	76	85.70	40	88.17	+2.47	C
40	Puiseux (Seine-et-Oise)....	10	86.21	6	84.91	3	87.85	+2.94	C
41	Basques français (Saint-Jean-de-Luz)............	53	86.18	32	85.46	14	88.51	+3.05	C
42	Papous de l'île de Toud (détroit de Torrès).........	11	85.47	6	83.19	3	90.26	+7.07	E

		Séries totales.		Hommes.		Femmes.		Différences sexuelles.	
		N	Indices.	N	Indices.	N.	Indices.		
43	Nègres occidentaux........	84	85.40	55	84.91	24	87.46	+2.55	E
44	Arabes d'Asie et d'Egypte..	7	85.15	4	82.22	3	87.83	+5.61	C
45	Nègres des squelettes.....	20	85.13	12	84.53	8	86.08	+1.55	E
46	Nègres du Kordofau........	20	85.09	20	85.09	0	» »	» »	E
47	Papous divers	20	84.45	12	84.28	6	84.77	+0.49	E
48	Canariens de la Grande-Canarie..................	8	84.44	5	83.63	3	85.84	+1.21	C
49	Croates des Confins militaires	11	84.38	9	84.26	2	84.93	+0.67	C
50	Basques espagnols (Zaraus)	53	83.95	26	83.67	20	83.83	+0.16	C
51	Hottentots	16	83.82	10	84.47	3	82.71	+1.76	E
52	Parisiens du XII[e] siécle.....	77	83.76	43	82.14	27	86.44	+4.30	C
53	Dolmens de la Lozère......	6	83.49	4	83.23	1	83.78	+0.55	C
	3° Microsèmes.								
54	Mérovingiens divers(Champlieu, Langres, etc.)......	20	82.96	14	82.10	5	85.79	+3.69	C
55	Solutré (pierre taillée).....	10	82.07	6	81.17	4	83.43	+2.26	C
56	L'Homme-Mort(pierre polie)	14	81.91	5	80 »	5	81.72	+1.72	C
57	Baye (pierre polie)........	39	81.89	25	81.41	13	82.06	+0.65	C
58	Nubiens d'Eléphantine....	22	81.40	10	81.07	7	82.08	+1.01	E
59	Mérovingiens de Chelles...	55	81.27	30	79.92	21	82.89	+2.97	C
60	Préhistoriques de Grenelle.	5	81.25	3	79.83	2	83.56	+3.73	C
61	Cafres....................	8	81.09	7	80.07	1	88.09	+8.02	E
62	Néo-Calédoniens	49	80.59	22	78.86	21	82.85	+3.99	E
63	Dolmens du nord de la France..................	12	80.50	7	79.70	5	81.63	+1.93	C
64	Australiens...............	27	80.45	14	78.91	5	83.33	+4.42	E
65	Tasmaniens	8	79.33	3	78.32	3	81.14	+2.82	E
66	Guanches de Ténériffe.....	11	77.01	9	76.53	3	79.27	+2.74	C

Tableau n° 2. — *Mesures sexuelles des diamètres orbitaires et des aires orbitaires.*

N. B. — L signifie largeur ; H, hauteur ; L × H est l'aire des rectangles orbitaires.

	Hommes.			Femmes.		
	L	H	L × H	L	H	L × H
	mm.	mm.	mm. c.	mm.	mm.	mm. c.
Esquimaux.................	40.63	35.84	1456.18	40. »	35.12	1404.80
Amérique nord-ouest.	39.62	35.97	1425.13	38.33	35.66	1366.84
Havaï.....................	38.25	37 »	1415.25	36 »	33.67	1221.12
Peaux-Rouges..............	39.23	35.57	1395.41	36.60	33.40	1222.44
Guanches..................	42.61	32.61	1389.51	41 »	32.50	1332.50
Nègres des squelettes	40.41	34.16	1390.40	38.62	33.25	1284.11
Mexique déformé...........	39.18	35.12	1376 »	38 »	35 »	1330 »
Nègres occidentaux.........	40.21	34.14	1372.77	38.21	33.41	1276.59
Pérou, non déformés	38.93	35.23	1371.50	36.30	34.07	1236.74
Brésil.....................	39.68	34.43	1366.18	36.41	34.54	1257.60
Colombie	38.87	35 »	1360.45	38.43	35.33	1354.19
Chili.	39.07	34.78	1358.85	37 »	34.07	1260.59
Etruriens	39.30	34.55	1357.72	37.91	33.91	1285.52
Patagons..................	38.75	34.96	1354.70	37.66	34.91	1314.71
Pérou, Aymaras............	37.50	36.04	1351.50	36.05	36.25	1306.81
Parisiens (XIX[e] siècle).......	39.65	33.98	1347.30	37.74	33.27	1265.61
Mexique ancien, non déformés....................	38.50	34.95	1345.57	36.31	34.38	1248.33

Egypte ancienne	37.98	32.77	1344.49	36.21	32.52	1277.55
Australiens	41.14	32.46	1335.40	39 »	32.50	1267.50
Iles Marquises	38.17	34.93	1332.28	36.70	34 »	1247.80
Pérou, déformation relevée	38.50	34.33	1321.70	37.87	36 »	1363.32
Mexicains modernes	38.11	34.61	1318.99	» »	» »	» »
Parisiens (XIIe siècle)	40.07	32.91	1318.70	37.69	32.57	1227.56
Néo-Calédoniens	40.86	32.23	1316.92	38.71	32.07	1241.43
Auvergnats	39.12	33.54	1312.08	37.42	32.84	1228.87
Nubiens	40.15	32 55	1306.88	39.85	32.71	1283.49
Ancon (Pérou)	37.91	34.47	1306.75	35.86	33.50	1201 31
Hottentots	39.30	33.20	1304.76	35.66	29.50	1051.97
Hollandais (Zaandam)	38.27	34.03	1302.33	36,41	33.66	1225.56
Basques de Zaraus	39.44	33 »	1301.52	38.80	32 53	1262.16
Corses	38.85	33.38	1296.81	36.25	33.37	1209.66
Polynésiens	38.10	34 »	1295.40	36.47	33.80	1232.68
Tasmaniens	40.60	31.80	1291.08	38 »	30.83	1171.54
Kordofan	38.90	33,12	1288.37	» »	» »	» »
Bas-Bretons	38.47	33.48	1287.97	36.50	31.73	1161 »
Yucatèques	37.50	34.25	1284.37	37.25	34.12	1270.97
Papous divers	38.95	32.82	1278.34	36.66	31.08	1139.39
Arabes d'Algérie	38.08	33.44	1273.39	37 »	34.75	1285.75
Basques de Saint Jean-de-Luz	38.59	32.98	1272.70	37 »	32.75	1211.75
Bretons Gallots	37.57	33.86	1272.12	36.27	33.06	1199 08
Chinois	36.69	34 39	1261.77	36.83	34.58	1273.58
Javanais	37.18	33.84	1258.17	36.27	33.27	1206.70
Kabyles	37.75	33.25	1255.18	36 »	33.08	1190.88
Arabes d'Asie et d'Egypte	38.75	32.25	1249.68	37 »	32.50	1202.50
Malais divers	36.82	33.91	1248,55	35.33	32.33	1142.21
Mérovingiens de Chelles	39 30	31.41	1234.41	38.33	30.52	1169.83
Mérovingiens divers (Champlieu, etc.)	38.71	31.78	1230.20	36 »	31.50	1134 »
L'Homme-Mort	39 »	31.20	1216.80	37.20	30 40	1130.08
Indo-Chine	36 45	32.41	1181.34	35 »	32.80	1148 »
Baye	37.66	30.66	1154.66	37.31	30.62	1142 43
Parias de Calcutta	35.75	30.64	1095.38	33 »	31.05	1024.65

TABLEAU N° 3. — *L'indice orbitaire chez les Primates.*

ANTHROPOÏDES.

	Jeunes.		Adultes.							
			Femelles.		Mâles.		Sexe incert		Série totale.	
	N.	Indice.	N.	Indice.	N.	Indice.	N.	Indice.	des adultes.	
Gorilles	4	111.36	7	104.39	11	95.01			18	98.65
Chimpanzés	11	112.24	5	99.11	5	100.61			10	99.66
Orangs	7	118 97	3	114.85	5	112.50			8	113.38
Gibbons	6	106.88	5	93.33	14	94.65	5	96.52	24	94.76

PITHÉCIENS ADULTES.

Semnopithèques.	N.	Indice.
Roxellane	3	84.47
Cimepaye	2	88.54
Entelle	4	91.98
Nemæus	6	96.64
Fulvo-griseus	4	97.75
Nasica	3	98.59
Cristatus	9	99.45
Maurus	13	100.77
Colobes	3	86 15

Macaques.

Rhesus	3	73.65
Cynomolgus	6	81.45
Bonnet chinois	5	88.74
Maimon	1	88.89

Cercopithèques.

Malbrouck	4	77.40
Faunus	4	82 42
Callitriche	10	83.15
Mone	2	90.00
Autres cercopithèques	5	96.50
Magots	4	80.95

Cynocéphales.

Mandrill	3	70.93
Papion	4	83.33
Chacma	3	83.74
Sphinx	4	83.96
Autres cynocéphales	9	84.48

CÉBIENS.

Mycetes	12	109.41
Ateles	6	109.32
Cebus	17	108.47
Saïmiri	8	108.20
Ouistiti	14	93.41

LÉMURIENS.

Makis	12	102.49

SUR

LE PLAN HORIZONTAL DE LA TÊTE

ET

SUR LA MÉTHODE TRIGONOMÉTRIQUE

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, t. VIII, 1873, p. 48-96.)

Notre collègue M. le Dr Topinard a communiqué à la Société, dans la séance du 5 décembre 1872, un mémoire intéressant sur le *nouveau craniophore* dont il se sert pour déterminer la position des divers points du crâne par rapport au plan horizontal de la tête, au moyen des coordonnées rectangulaires. Le plan horizontal qu'il a adopté est celui que j'ai déterminé en 1862 dans mon mémoire sur *les Projections de la tête* (1), et qui passe, d'une part, par le point alvéolaire, d'une autre part, par la face inférieure des deux condyles de l'occipital.

La petite discussion qui s'est élevée à la suite de sa lecture, discussion que l'heure avancée n'a pas permis de poursuivre, m'a fait penser qu'il ne serait pas inutile de revenir aujourd'hui sur ce sujet, et de vous présenter une démonstration expérimentale plus complète que celle que j'ai donnée il y a dix ans. J'y joindrai quelques remarques sur l'étude comparative de la direction de la tête et de la direction du regard chez l'homme et les animaux, et je montrerai enfin que les angles qui expriment ces directions peuvent être déterminés avec une grande facilité par la méthode trigonométrique.

Je m'occuperai d'abord de la détermination du *plan horizontal de la tête*.

1. *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1re série, t. III, p. 514. 1862 et P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 79.

§ 1. — *Préliminaires historiques.*

La grande variabilité des formes crâniennes constitue la principale difficulté de la craniologie. Quelle que soit la partie du crâne ou de la face que l'on considère, on trouve qu'elle présente toujours, dans sa disposition et ses dimensions, des oscillations assez étendues pour rendre les descriptions incertaines et les comparaisons difficiles. Mais toutes les conditions anatomiques de la tête ne sont pas également variables. S'il n'en est aucune qui soit absolument fixe, quelques-unes du moins nous montrent une fixité relative ; ce sont celles-là qui, logiquement, doivent être étudiées les premières, et, parmi elles, on doit choisir celle qu'on juge la plus constante, pour en faire le terme de comparaison auquel on rapportera les autres.

Tous les craniologistes ont senti la nécessité de ce point de départ et se sont demandé quel était le caractère le plus fixe, et par conséquent le plus essentiel de la tête humaine. Or les caractères les plus constants sont évidemment ceux qui se rattachent directement à l'attitude bipède. La tête, par sa face inférieure, repose sur la colonne vertébrale ; elle prend une direction horizontale lorsque l'homme est debout, et il est naturel de penser que certaines lignes ou certains plans de la base du crâne, en rapport avec cette attitude, doivent présenter plus de fixité que les caractères morphologiques ordinaires. Les auteurs qui se sont attachés à donner au crâne une attitude fixe ont donc cherché à déterminer le plan horizontal de la tête, et ceux qui n'ont pas jugé que cette détermination fût possible, ont du moins choisi pour terme de comparaison un plan rapproché de la base du crâne, et répondant à la double condition d'être peu éloigné de la direction horizontale, et d'être peu variable en soi.

1° *Le plan de Daubenton* (1768). Daubenton, qui eut le mérite d'appliquer le premier la géométrie à la craniologie, adopta comme *plan fixe* un plan passant par le bord postérieur du trou occipital et par le bord inférieur des orbites (1). Il n'ignorait

1. Daubenton. *Sur les différences de la position du trou occipital dans l'homme et les animaux*, dans *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1764.

pas que, chez l'homme, ce plan n'est pas horizontal, et que les bords inférieurs des orbites sont sensiblement plus élevés que le trou occipital; mais ses recherches n'étaient pas limitées à l'homme : elles s'étendaient à tous les mammifères, et même à tous les vertébrés, et le plan qu'il avait choisi se prêtait très-bien à la comparaison, parce que, chez les animaux même qui ont la tête très-inclinée, il ne s'éloigne jamais beaucoup de la direction horizontale.

2° *Le plan horizontal de Camper* (1768). Camper, au contraire, s'occupait avant tout de l'homme; il ne s'était même placé, dans l'origine, qu'au point de vue artistique. Lorsqu'il eut déterminé sa ligne faciale (qu'il appelait *facéale*), il l'étudia comparativement chez les singes et les autres animaux. Dès lors, ne pouvant plus en rapporter la direction au plan de l'horizon, puisque l'attitude de la tête varie à l'extrême dans la série animale, il comprit que cette direction devait être rapportée à un plan déterminé par l'anatomie, et il choisit à cet effet sur la tête humaine, point de départ de ses comparaisons, le plan qui lui parut le plus voisin de la direction horizontale. Tout le monde sait que le plan horizontal de Camper est celui qui passe par l'épine nasale inférieure et par le centre des trous auditifs externes (1). Ce plan avait, pour les artistes, l'avantage considérable d'être facile à reconnaître sur le vivant. Pour les anthropologistes, *c'est encore le meilleur plan horizontal que l'on puisse adopter en céphalométrie*. Mais, au point de vue craniologique, il est aisé de reconnaître que, sur la plupart des crânes, la ligne horizontale de Camper est plus ou moins oblique.

3° *Le plan de Blumenbach* (1795). Je ne sais s'il est très-exact de dire que Blumenbach ait cherché à déterminer le plan horizontal de la tête, car l'étude géométrique du crâne le préoccupait fort peu. Il se proposait surtout de présenter le crâne à l'œil de l'observateur sous l'aspect le plus propre à en révéler les principaux caractères. Il pensa que la meilleure vue d'ensemble était celle de la face supérieure. Plaçant donc le crâne à ses pieds, sur un sol horizontal, il le faisait reposer naturelle-

1. Camper. *Dissertation sur les variétés naturelles de la physionomie*, in-4° 1791. — Cet ouvrage est posthume, mais l'auteur avait exposé ses idées dans ses cours depuis 1768.

ment sur sa base et le regardait verticalement de haut en bas. Le nom de *norma verticalis* qu'il donna à sa méthode indique nettement qu'il considérait comme horizontal le crâne placé dans cette position (1). C'était fort commode, sans aucun doute, et c'est pour cela que beaucoup d'auteurs ont jugé que le crâne était suffisamment orienté pour les mensurations et pour les dessins lorsqu'il reposait naturellement sur sa base. Or il n'est pas d'attitude plus variable que celle-là. Je ne parle pas des cas, pourtant assez communs, où le crâne bascule en arrière, et où les dents s'élèvent à plusieurs centimètres au-dessus du plan de la table; tout le monde convient qu'il faut alors ramener les dents au contact de la table en plaçant un appui sous l'occiput pour empêcher la bascule. Mais, même avec ce correctif, la méthode de Blumenbach est encore tout à fait trompeuse. Il suffit qu'un crâne soit édenté pour qu'il s'incline en avant d'une manière notable, et on sait que les crânes édentés sont très-nombreux dans tous les musées; il suffit même qu'il ait les dents plus ou moins longues pour que sa direction soit très-sensiblement modifiée. Or il n'est pas admissible qu'un caractère aussi secondaire que la longueur des dents puisse influer sur l'orientation générale du crâne. Des variations bien plus graves encore résultent du degré de développement des apophyses mastoïdes. Lorsqu'elles sont courtes, elles n'arrivent pas au contact de la table, et le point d'appui postérieur est fourni soit par les condyles, soit par le bord postérieur du trou occipital, soit par les bosses cérébelleuses; lorsqu'elles sont longues, c'est sur leur sommet que se prend le point d'appui; et lorsqu'enfin elles sont très-longues, il peut se faire que tout le reste de la base du crâne demeure suspendu à 0m,02 au-dessus du plan de la table; de sorte que le degré de longueur des apophyses mastoïdes, caractère très-peu important, peut faire varier de plus de 12° la direction de la base du crâne. Et si l'on ajoute à ces variations, que rien ne justifie, celles qui résultent de l'inégale longueur des dents, de leur présence ou de leur absence, on voit que l'écart produit par des causes toutes locales

1. Blumenbach, *De generis humani varietate nativâ*, sect. III, § 61, et tab. III, in-12 Gottingue, 1795. — Le passage relatif à la *norma verticalis* ne se trouve pas dans les deux éditions antérieures.

peut dépasser 15 ou 16 degrés. Je n'hésite pas à dire que, parmi les procédés que l'on a suivis pour déterminer l'attitude du crâne, celui de Blumenbach est un des plus trompeurs.

4° *La verticale de Charles Bell* (1809). Il n'est pas rare, ainsi que je l'ai déjà dit, de trouver des crânes qui, posés sur la table, basculent en arrière. Sœmmering (1785) avait pensé, d'après des observations trop peu nombreuses, que cette particularité était presque constante chez les nègres, et il croyait en outre qu'elle n'existait jamais chez les Européens. C'était une double erreur. L'équilibre antérieur du crâne est la règle dans toutes les races ; l'équilibre postérieur peut se présenter, à titre d'exception, dans toute race dolichocéphale, chez les individus qui ont le crâne postérieur très-développé et l'occiput très-saillant. Mais, ce qui est vrai, c'est que ces exceptions sont beaucoup plus communes chez les nègres que chez les Européens, de sorte que les personnes qui n'examinent qu'un petit nombre de crânes peuvent être entraînées à de fausses conclusions. C'est pour cela que William Gibson, en 1809, admit à son tour, et cette fois sans restriction, que l'équilibre postérieur du crâne était un caractère distinctif de la race nègre (1). Il fit partager cette opinion à Charles Bell, qu'il rendit témoin de ses expériences, et ce fut ainsi que celui-ci fut conduit à s'occuper de la question de l'attitude du crâne.

Si Charles Bell avait eu sous les yeux un nombre suffisant de pièces, il aurait aisément reconnu que l'équilibre postérieur dépend de la conformation particulière de la base du crâne, bien plus que de la constitution générale de la tête. Lorsque les apophyses mastoïdes sont très-longues, ce qui est commun dans notre race, ou lorsque les condyles de l'occipital sont très-abaissés, ce qui est commun chez les nègres, le point d'appui postérieur du crâne se trouve reporté en avant, et si en même temps l'occiput est très-saillant, l'équilibre postérieur devient possible. Le poids relatif du crâne antérieur et du crâne postérieur n'est pas étranger à ce résultat, mais n'y prend qu'une part secondaire. Il est clair d'ailleurs que, dans la question de l'équilibre de la tête, il est tout à fait trompeur de considérer unique-

1. *Dissert. inaug. de formâ ossium gentilitiâ*, p. 25. Edimbourg, 1809.

ment le poids des os, puisque ce n'est pas le crâne sec et vide, mais la tête tout entière, avec ses chairs et son cerveau, qui prend son équilibre sur la colonne vertébrale. Mais Charles Bell n'y songea pas ; il ne tint compte que du crâne osseux ; il vit que le crâne, placé sur la table, s'équilibrait tantôt en avant, tantôt en arrière (il aurait même pu aisément trouver des crânes qui s'équilibrent indifféremment dans ces deux sens) ; il en conclut, avec raison, que l'attitude du crâne placé sur la table ou sur le plancher, suivant la méthode de Blumenbach, n'était pas une attitude naturelle, et, renonçant dès lors à déterminer directement le plan horizontal du crâne, il chercha à le déterminer indirectement au moyen de la verticale. Il est clair, en effet, que si l'on connait une fois l'axe vertical de la tête, tout plan perpendiculaire à cet axe sera horizontal.

Pour trouver l'axe vertical, Charles Bell prit une mince et longue tige de fer, terminée supérieurement en pointe mousse, et d'autre part implantée perpendiculairement sur une tablette horizontale ; puis, l'introduisant à travers le trou occipital jusqu'à la voûte, il mit le crâne en équilibre sur la pointe de ce pivot (1). L'équilibre était obtenu lorsque le crâne restait immobile sur ce point d'appui unique, et lorsque la tige de fer, sans toucher les bords du trou occipital, se trouvait placée exactement sur le milieu d'une ligne transversale tirée d'un condyle à l'autre. L'axe du pivot représentait alors l'axe vertical du crâne, et son extrémité donnait la position du vertex, qu'on pouvait aisément marquer au crayon sur la convexité de la voûte. De la position variable de ce point sur l'arc médian occipito-frontal, Charles Bell tirait, pour le parallèle des races, des conséquences plus ingénieuses que solides, et qu'il serait superflu de discuter ici. Je me bornerai à faire remarquer que cette détermination de la verticale et du vertex était tout à fait illusoire ; que, d'une part, il n'y a aucun rapprochement à établir entre l'équilibre artificiel de la voûte du crâne sur l'extrémité d'un pivot et l'équilibre naturel de la tête sur la colonne vertébrale, et que, d'une autre part, les circonstances les plus minimes, telles que

1 Ch. Bell, *The Anatomy of the Expression*, 4e édit., p. 35 et suiv. in-8°. Londres, 1847.

la présence ou l'absence des dents, ou l'épaississement même léger d'une partie de la paroi crânienne, peuvent produire, soit en avant, soit en arrière, des différences de quelques grammes parfaitement suffisantes pour faire varier notablement la position du vertex. La verticale de Charles Bell n'était donc ni plus correcte, ni plus fixe que l'horizontale de Camper ; elle l'était problablement beaucoup moins, et l'auteur, en substituant la première de ces lignes à la seconde, pour apprécier la direction de la ligne faciale, s'exposait à de graves erreurs. Il avait néanmoins raison de faire remarquer que, les deux lignes de Camper appartenant l'une et l'autre à la face, l'angle facial ne peut faire connaître que très-imparfaitement les rapports du crâne et de la face, et que ce qu'il faut mesurer, pour apprécier la direction de la ligne faciale, ce n'est pas l'angle que peut faire cette ligne avec une autre ligne prise sur la face, mais bien l'angle qu'elle fait avec la verticale ou avec l'horizon, lorsque la tête est dans l'attitude horizontale.

5° et 6° *Les deux lignes basi-faciales de Barclay* (1813). L'objection élevée par Charles Bell contre l'horizontale de Camper est applicable à plus forte raison aux deux lignes basi-faciales de Barclay ; car si la ligne de Camper est tout entière contenue dans la face, elle a du moins pour point de départ le conduit auditif, qui est situé sur les confins du crâne et de la face, tandis que les deux lignes basi-faciales de Barclay n'ont absolument rien de commun avec le crâne : l'une représente la direction de la voûte palatine ; c'est la *ligne basi-faciale supérieure ;* l'autre, ou *ligne basi-faciale inférieure*, représente la direction du bord inférieur de la mâchoire inférieure. Pour déterminer le degré d'obliquité de la face, Barclay se servait de la ligne faciale de Camper, mais, au lieu de rapporter la direction de cette ligne au plan horizontal de Camper, il la rapportait d'abord à la ligne basi-faciale supérieure, puis à la ligne basi-faciale inférieure, et il obtenait ainsi deux angles basi-faciaux, l'un supérieur, l'autre inférieur, qu'il jugeait plus caractéristiques que l'angle facial proprement dit (1). Un ingénieux instrument, imaginé par Leach et désigné sous le nom de *gonio-craniomètre*, permettait de me-

1. *Edinburgh Encyclopedia*, art. CRANIOMETRY, vol. VI, p. 320, in-4°. Edinburg, 1813.

surer (sinon sur tous les crânes, du moins sur les crânes orthognathes) l'angle basi-facial supérieur. L'auteur n'a pas dit comment il mesurait l'angle basi-facial inférieur, mais c'était chose facile. Il suffisait de placer le maxillaire inférieur sur une table, de poser le crâne au-dessus de cet os en faisant coïncider les deux arcades dentaires, et de mesurer ensuite l'inclinaison de la ligne faciale sur le plan de la table. Aujourd'hui encore, bon nombre d'auteurs donnent cette attitude au crâne pour le faire dessiner, se réservant d'adopter le plan horizontal de Camper lorsque le crâne, comme c'est le cas le plus ordinaire, est privé de sa mâchoire inférieure, ce qui produit des différences de position très-considérables. Il est certain, en effet, que la ligne basi-faciale inférieure et l'horizontale de Camper sont rarement parallèles, et qu'elles divergent quelquefois beaucoup,

La ligne basi-faciale inférieure est très-défectueuse, puisqu'elle subordonne l'attitude du crâne au degré de développement du maxillaire inférieur, qui n'en est qu'un appendice ; et elle est très-variable, car elle s'incline plus ou moins suivant la longueur relative des dents, suivant leur usure, et suivant la hauteur du menton. Quant à la ligne basi-faciale supérieure, qu'il me paraît préférable d'appeler la *ligne palatine*, et dont l'étude n'est pas sans intérêt, elle n'est pas plus fixe que l'autre : il suffit d'examiner un certain nombre de crânes de races différentes ou de même race, pour voir que cette ligne, quelquefois presque parallèle au plan de mastication des dents, forme souvent avec ce plan un angle très-prononcé ; que, prolongée en arrière, elle aboutit tantôt au milieu de l'apophyse basilaire, tantôt au bord antérieur du trou occipital, tantôt plus bas encore ; qu'elle affecte, par conséquent, les rapports les plus variables avec les parties les plus importantes de la base du crâne et de la base de la face. Somme toute, les deux lignes de Barclay fournissent des données utiles dans l'étude de la conformation spéciale de la région faciale, considérée en elle-même, mais elles ne font nullement connaître les relations du crâne et de la face, et ne peuvent servir, à plus forte raison, à déterminer l'attitude de la tête.

7° *La verticale de Busk* (1861). On a vu plus haut que Charles Bell, renonçant à caractériser directement le plan horizontal de

la tête, avait cherché à le caractériser indirectement au moyen de la verticale. Son procédé était peu correct et peu pratique, mais son idée était digne d'attention. M. Georges Busk, reprenant cette idée, a remarqué que, sur la plupart des crânes, un trait de scie ou un plan passant par le bregma et par les deux conduits auditifs externes était à peu près vertical, et il s'est servi de ce plan pour donner au crâne une attitude invariable (1). Son procédé est des plus simples. On trace de chaque côté sur le crâne, à l'aide d'un crayon, une ligne qui va directement du bregma au centre du méat auditif, et lorsque, sur la vue de profil, cette ligne est dans un plan vertical, le crâne est en position. M. Busk rappelle qu'avant lui l'abbé Frère avait employé la même ligne et le même plan bi-auriculaires ; mais j'ai lieu de croire que l'abbé Frère ne se préoccupait nullement de l'attitude du crâne, qu'il cherchait seulement à établir la séparation du crâne antérieur et du crâne postérieur (2). Si quelqu'un a précédé M. Busk, ce serait plutôt le sculpteur Houdon. Sur le crâne idéal que ce grand artiste a modelé et que M. Hamy a tout récemment retrouvé au Muséum dans la collection de Cuvier, un certain nombre de lignes directrices sont tracées, et l'une d'elles, celle qui régit en quelque sorte toutes les autres, est la ligne auriculo-bregmatique, dont la direction est exactement verticale. Mais M. Busk ne pouvait connaître ce document jusqu'ici inédit, que M. Hamy, je l'espère, publiera prochainement.

Il est juste de rappeler ici qu'en 1855, M. L.-A. Gosse, dans son célèbre *Essai sur les déformations artificielles du crâne* (Paris, 1855, in-8°, p. 7), avait attribué une haute importance à la ligne auriculo-bregmatique. Il se servait de cette ligne pour distinguer les crânes normaux des crânes déformés. Il plaçait le crâne sur une table, dans l'attitude de la *norma verticalis* de Blumenbach, et abaissait du bregma une perpendiculaire sur le plan de la table. Sur les crânes normaux, disait-il, le pied de cette perpendiculaire doit correspondre au conduit auditif externe, et, le plus souvent, vers son bord antérieur ; le crâne est artificiellement déformé si elle tombe notablement en avant ou

1 *Transactions of the Ethnological Society*, New Series, vol. I, p. 347, in-8°. Londres, 1861.

2. Frère, *Principes de la philosophique de l'histoire*, p. 117, in-8°. Paris, 1838.

en arrière du conduit auditif. Au premier abord, cette donnée semble se rapprocher beaucoup de celle de M. Busk; mais on remarquera que, pour M. Gosse, ce n'est pas la ligne auriculo-bregmatique qui détermine l'attitude du crâne, attitude déterminée exclusivement par le plan de la table : cette ligne n'est que le criterium (d'ailleurs infidèle) de la conformation normale ou anormale du crâne. Je pense donc que, au point de vue de l'attitude du crâne, la ligne auriculo-temporale doit être appelée la *ligne de Busk.*

La ligne de Busk a l'inconvénient de subordonner l'attitude du crâne à la situation très-variable du bregma, qui dépend elle-même du degré de longueur de l'écaille frontale. Or, quelque importantes que soient les dimensions de l'os frontal, elles ne sauraient constituer un caractère assez prépondérant pour régir tous les autres ; le bregma peut avancer ou reculer d'une quantité très-notable sans que la constitution générale du crâne soit modifiée ; on trouve souvent, dans la même race, des crânes de *même forme et de même volume*, dont les écailles frontales peuvent différer de beaucoup plus de 1 centimètre dans le sens de la longueur, et si l'on oriente ces crânes d'après la ligne de Busk, on les voit prendre des attitudes très-différentes.

8° *La ligne de Baer* (1861). Dans la réunion des anthropologistes allemands qui eut lieu à Gottingue en 1861, sous la direction de Rod, Wagner et de Baer, et dont le but principal était d'uniformiser les procédés de la craniologie, la question de l'attitude obtint une attention particulière. Baer proposa, comme ligne horizontale, le bord supérieur de l'arcade zygomatique et cette proposition parut rallier les suffrages. La ligne de Baer est très-commode lorsque le bord supérieur du zygoma est rectiligne, ce qui est le cas le plus ordinaire. Il est quelquefois plus ou moins courbe, et la ligne alors manque de précision. Cet inconvénient est léger, mais, ce qui est beaucoup plus grave, c'est que le procédé de Baer donne au crâne une attitude très-variable, et par conséquent très-trompeuse. Sa ligne remonte toujours plus ou moins, et elle remonte quelquefois à tel point, que, pour la rendre horizontale, il faut incliner fortement le visage vers le sol et donner au plan de mastication des dents une direction très-oblique. L'arcade alvéolaire supérieure descend alors bien

au-dessous de tout le reste de la tête. Que la ligne de Baer ne soit pas horizontale, qu'elle s'écarte souvent beaucoup de l'horizontale, c'est ce qui est évident à première vue. On pourrait se résigner à donner au crâne une attitude contre-nature, si du moins cette attitude était fixe par rapport à l'ensemble de la tête ou à ses parties les plus importantes, mais elle ne l'est que par rapport à une petite arcade osseuse, étrangère au crâne proprement dit, et dont les caractères, tout le monde le sait, sont extrêmement variables suivant les races et suivant les individus. L'objection de Charles Bell contre la ligne de Camper est, à plus forte raison, applicable ici. Si l'on peut espérer de trouver dans le crâne quelque chose de fixe, ce n'est pas en considérant la face toute seule, mais en considérant à la fois la région cérébrale et la région faciale et en y cherchant les dispositions anatomiques qui sont en rapport avec l'attitude naturelle de la tête. C'est ce que j'ai essayé de faire en déterminant le plan alvéolo-condylien dont je vais m'occuper maintenant. Mais, avant d'étudier ce plan, il ne sera pas inutile de récapituler les divers plans ou lignes fixes dont j'ai parlé jusqu'ici. Ce sont :

1° *Le plan de Daubenton.* Du bord postérieur du trou occipital au bord inférieur des orbites ;

2° *Le plan de Camper.* Du centre du trou auditif à l'épine nasale inférieure ;

3° *Le plan de Blumenbach.* C'est le plan de la table sur laquelle le crâne, reposant sur sa face inférieure, prend son équilibre ;

4° *La verticale de Charles Bell.* C'est l'axe du pivot sur la pointe duquel on fait reposer en équilibre la face interne de la voûte du crâne ;

5° *Le plan basi-facial supérieur* (ou *palatin*) *de Barclay.* C'est le plan de la voûte palatine ;

6° *Le plan basi-facial inférieur de Barclay.* C'est le plan de la table sur laquelle repose naturellement le maxillaire inférieur ;

7° *Le plan vertical de Busk.* C'est le plan qui passe par le bregma et par les deux trous auditifs externes, et qui sépare le crâne antérieur du crâne postérieur ;

8° *La ligne de Baer.* C'est le bord supérieur de l'arcade zygomatique.

De ces huits plans ou lignes, six sont plus ou moins rapprochés de la direction horizontale. Les deux autres (le quatrième et le septième) donnent indirectement l'horizontale par le moyen de la verticale (1).

§ 2. — *Le plan visuel et le plan de la vision horizontale. — Le craniostat. — L'orbitostat.*

Tel était l'état de la question en 1861, lorsque je fis construire mon craniographe. Pour obtenir à l'aide de cet instrument des dessins rigoureux, il était nécessaire que le crâne, supporté par le craniophore, fût placé au-devant de l'écran dans une attitude invariable ; je fus donc obligé de m'occuper à mon tour de la détermination du plan horizontal. Je ne tardai pas à reconnaître, après quelques essais, que les lignes ou plans de Daubenton, de Camper, de Charles Bell, de Blumenbach, de Barclay, étaient également artificiels. Quant aux lignes de Busk et de Baer, je ne pus les étudier alors, parce que les comptes rendus des séances où elles avaient été proposées n'étaient pas encore publiés. Mais des essais ultérieurs m'ont montré qu'elles sont incorrectes l'une et l'autre.

J'avais songé d'abord à choisir, comme plan horizontal de la tête, le *plan de mastication* qui, lorsque la denture est complète et intacte, est presque toujours très-rapproché de la direction horizontale. On peut s'en assurer en saisissant une règle plate entre les dents, et en se plaçant debout devant une glace. On voit alors que la règle est à peu près horizontale. Ce plan me

1. Je n'ai cru devoir parler, dans cet exposé historique, que des faits relatifs à l'orientation du *crâne*. L'orientation de la *tête* a été étudiée aussi par les artistes, dans les ouvrages consacrés à l'étude des proportions du corps. Il serait superflu d'indiquer ici les principes qui ont prévalu dans les diverses écoles ; mais je crois devoir mentionner l'horizontale d'Albert Durer. C'était une ligne passant en avant sur le bord inférieur du nez, comme la ligne de Camper, et passant en arrière sur le bord inférieur du lobule de l'oreille. J'ajouterai à cette occasion que la *norma verticalis*, non du crâne, mais de la tête, a été représentée sur plusieurs dessins d'Albert Durer, que Blumenbach paraît n'avoir pas remarqués, quoiqu'il ait plusieurs fois cité cet auteur (Albertus Duretus, *De symetria partium corporis humani*. in-fol. 22, 26 et 80. Parisiis, 1557). — Je n'ai pas parlé non plus de la ligne naso-basilaire (NB) d'Aeby ; M. Aeby s'en est servi comme d'une ligne fixe, à laquelle il a rapporté toutes les parties du crâne. Je suis loin de méconnaître l'importance de cette ligne, mais elle est *très oblique* et les rapports qu'elle affecte avec l'horizontale sont très variables.

paraît plus correct que tous ceux dont il a été question dans le paragraphe précédent, mais dans la pratique il soulève de sérieuses objections. En premier lieu, les surfaces des couronnes dentaires, même chez les sujets encore jeunes et parfaitement dentés, ne sont pas toujours dans un même plan. En second lieu, l'usure des dents, quelquefois très-considérable, est souvent irrégulière, de sorte que le plan primitif de mastication ne peut être retrouvé. Puis, il suffit que deux ou trois dents de la mâchoire inférieure tombent, pour que les dents correspondantes de la mâchoire supérieure s'allongent notablement en sortant de leurs alvéoles. Enfin et surtout il y a dans les musées un si grand nombre de crânes dont les arcades dentaires ont été dépouillées soit pendant la vie, soit après la mort, qu'un procédé d'orientation subordonné à la présence et à l'intégrité des dents serait tout à fait inacceptable dans la pratique. Je dus donc renoncer à me servir du plan de mastication.

Je partis de l'idée que la tête est horizontale lorsqu'elle prend son équilibre naturel sur la colonne vertébrale, et que l'homme debout regarde droit devant lui (1). Si ce point de départ était contesté, je pourrais invoquer aujourd'hui l'autorité de M. Helmoltz qui, dans la troisième partie de son *Optique physiologique*, publiée en 1866, et traduite en 1867, s'est exprimé en ces termes : « On peut considérer comme position naturelle de la tête celle qu'on prend lorsque le corps est droit et que les regards sont dirigés vers l'horizon (2).

Je cherchai donc à donner au crâne sec cette attitude naturelle, et le résultat de mes recherches fut de reconnaître que le crâne était en position lorsque le plan *alvéolo-condylien*, plan tangent à la face inférieure des deux condyles occipitaux et passant par le milieu du bord alvéolaire, était horizontal.

Au point de vue anatomique, il paraît déjà probable que cette détermination doit être correcte. En effet, le crâne, en arrière, repose sur la colonne vertébrale par les condyles ; le plan infé-

1. Voyez mon mémoire sur *les Projections de la tête*, dans *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1re série, t. III, p. 518. 1862 et dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 82. — « La direction du regard est le seul caractère auquel on puisse reconnaître, sur le vivant, que la tête est horizontale. Lorsqu'un homme est debout et que son axe visuel est horizontal, il est dans l'attitude naturelle. »

2. Helmoltz, *Optique physiologique*, trad. franc. par E. Javal et Th. Klein, in-8°, p. 598. Paris, 1867.

rieur de la tête passe donc par ce niveau. Certains appendices, tels que les apophyses styloïde et mastoïde, peuvent descendre plus bas que les condyles et les empêcher de toucher la table sur laquelle on pose le crâne. Mais le crâne est fait pour reposer sur la colonne vertébrale et non sur une table ; on doit donc considérer les condyles comme constituant, en arrière, la vraie limite inférieure du crâne. Il est clair maintenant qu'en avant cette limite inférieure correspond au bord alvéolaire de l'os incisif ; c'est bien là que se termine le squelette du crâne, car les dents implantées sur ce bord ne sont pas des os. Il en résulte que le crâne doit être considéré comme horizontal, lorsque le point alvéolaire antérieur et les deux condyles occipitaux sont dans un plan horizontal, c'est-à-dire *lorsque le plan alvéolo-condylien est horizontal.*

On donne aisément cette attitude au crâne sur mon craniophore, au moyen d'une équerre, ou mieux encore au moyen de

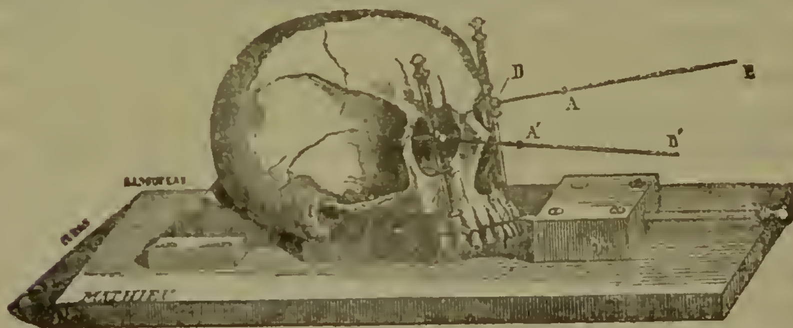


Fig. 12. — Le crâne en position sur le craniostat et muni des deux aiguilles orbitaires.

la *libelle* (1). Lorsqu'on ne se propose pas de dessiner le crâne, on remplace le craniophore par un instrument appelé le *craniostat* (fig. 12). C'est une planche au milieu de laquelle est fixé une pièce cubique de bois de 4 à 5 centimètres de côté, appelée le *support.* On place les condyles sur la face supérieure de ce support. Le crâne y reste quelquefois en équilibre. S'il tend à basculer en arrière, un coin de bois, placé derrière le support et glissant dans une coulisse, permet d'empêcher ce mouvement

1. Voir *Mémoires de la Société d'anthropologie*, t. III, p. 113. et P. Broca, *mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 132.

de bascule. Plus souvent, le crâne tend à basculer en avant. On s'y oppose à l'aide du *fixateur ;* c'est une tige de fer terminée en pointe mousse, et glissant d'avance en arrière dans une coulisse horizontale située exactement sur le même plan que la face supérieure du support. Tenant le crâne d'une main, de l'autre main on pousse le fixateur jusqu'à ce que sa pointe rencontre le milieu du bord alvéolaire. On est sûr dès lors que le point alvéolaire et la face inférieure des condyles sont dans un plan parallèle au plan du craniostat, qui est horizontal.

La détermination du plan horizontal est jusqu'ici purement anatomique. Pour en vérifier l'exactitude, il s'agit de savoir si elle donne au crâne, au point de vue physiologique, l'attitude naturelle.

La tête est horizontale lorsque l'homme, debout, regarde l'horizon. C'est la direction naturelle du regard. Les yeux, étant mobiles, peuvent se porter de tous côtés sans que la tête bouge, mais leur direction naturelle est la direction horizontale. C'est celle qu'ils prennent lorsque leurs muscles sont au repos. La partie de la rétine qui reçoit les rayons horizontaux, lorsque l'homme est debout, est la plus sensible. C'est ce que prouve l'expérience suivante : Placez sur un mur trois mots identiques en gros caractères, l'un à la hauteur de vos yeux, le second à 30 centimètres plus haut, le troisième à 30 centimètres plus bas. Éloignez-vous assez pour que les trois images se brouillent, puis, marchant bien droit, avancez à très petits pas en regardant chaque fois les trois images. Le premier mot qui devient lisible est celui du milieu ; il faut faire un demi-pas ou un pas de plus pour lire les deux autres mots ; celui d'en bas devient ordinairement distinct avant celui d'en haut ; mais cette dernière différence est légère et n'est pas constante. On peut répéter la même expérience en se servant d'une lorgnette ; on obtient le même résultat.

La partie de la rétine qui reçoit les rayons horizontaux chez l'homme debout étant plus sensible que les autres, il est probable que cette perfection plus grande dépend en grande partie de l'exercice, et on peut en conclure que l'attitude naturelle de la tête est celle qui permet à l'œil, sans travail musculaire, de regarder l'horizon.

Il s'agit donc de voir maintenant si le plan alvéolo-condylien est parallèle au plan de la vision horizontale. Sur le vivant, il

est impossible de connaître la position des condyles, et par conséquent de déterminer le plan alvéolo-condylien. Mais on peut étudier la direction d'un plan qui lui est ordinairement presque parallèle. C'est le plan de mastication, déterminé par le bord inférieur des dents de la mâchoire supérieure, ou encore par une règle légère que l'on saisit entre les dents.

L'expérience suivante permet de comparer le plan de mastication avec le plan de la vision horizontale.

Placez contre un mur un grand tableau noir; tracez-y à la craie deux longues raies verticales distantes de 10 centimètres, coupées de 10 en 10 centimètres par des raies horizontales. Vous obtenez ainsi une série de carrés superposés. Un aide, armé d'une baguette, reste auprès du tableau. Vous reculez de 8 à 10 mètres, vous fermez les yeux, vous donnez à votre tête l'attitude naturelle, et alors, ouvrant les yeux sans mouvoir la tête, vous regardez le tableau. Vous apercevez à la fois tous les carrés, mais les supérieurs et les inférieurs sont moins distincts que les intermédiaires, et, parmi ces derniers, il y en a un que, dans cette attitude, vous voyez plus nettement que les autres. Fixez-y votre regard pendant que l'aide parcourt les carrés avec sa baguette; lorsqu'il arrive au carré en question, vous lui dites de s'arrêter. Puis, vous approchant du tableau, vous constatez que ce carré correspond exactement à la hauteur de votre œil. Vous y placez un point de mire, et vous continuez l'expérience. Vous reculez de nouveau à 8 ou 10 mètres. Vous saisissez solidement une règle plate entre les dents incisives et vous fixez le point de mire. L'aide est maintenant à vos côtés, et, muni d'un fil à plomb, il constate que la règle est presque horizontale, mais qu'elle ne l'est pourtant pas tout à fait et qu'elle est légèrement inclinée en avant. Alors vous fermez les yeux, vous dites à l'aide de rendre la règle horizontale, ce qui vous oblige à élever un peu la tête, puis, lorsqu'elle est au point, vous ouvrez les yeux, vous regardez naturellement le tableau et vous constatez que votre regard tombe maintenant à deux ou trois carrés, c'est-à-dire 20 ou 30 centimètres au-dessus du point de mire. La ligne du regard et le plan de l'arcade dentaire ne sont donc pas absolument parallèles.

A la distance de 10 mètres, cette hauteur de 30 centimètres

au-dessus du premier point de mire correspond à un angle de 1°,8. Ce chiffre est celui que j'ai obtenu sur moi-même. Sur une autre personne, la différence de hauteur, n'étant que de 20 centimètres, correspondait à un angle de 1°,2. L'expérience est d'ailleurs délicate; elle exige une grande habitude d'observation physiologique; il est probable en outre qu'elle doit donner des résultats assez variables suivant les individus, car la longueur des dents, leur direction, présentent des variations notables, et on sait enfin que la courbe décrite par les bords inférieurs des dents n'est pas toujours plane. Cette dernière circonstance suffirait à elle seule pour faire écarter l'idée de déterminer le plan horizontal de la tête d'après le plan de mastication, idée d'ailleurs peu pratique puisqu'un très grand nombre de crânes sont édentés. Mais cette expérience prouve du moins que le plan de mastication et le plan de la vision horizontale ne sont pas loin d'être parallèles. Or, si l'on compare sur le crâne humain le plan de mastication avec le plan alvéolo-condylien, on trouve également qu'ils ne sont pas loin d'être parallèles entre eux, on en conclut que la direction du plan alvéolo-condylien ne peut différer beaucoup de celle du plan de la vision horizontale.

Les observations faites sur le crâne sec viennent confirmer les expériences faites sur le vivant.

On détermine aisément, à l'aide du craniostat, le plan alvéolo-condylien; mais comment comparer ce plan avec celui de la vision horizontale? Peut-on connaître exactement la direction du regard là où il n'y a pas de regard? Je ne le prétends pas. On sait toutefois que, lorsque l'œil est en repos, le centre de la pupille occupe assez exactement le milieu de l'ouverture orbitaire. On sait en outre que, sur l'hémisphère postérieure du globe oculaire, le point où aboutit le nerf optique se trouve à peu près sur le même niveau que le trou optique. Par conséquent, une aiguille à tricoter introduite dans ce trou, et passant d'autre part au centre de l'ouverture orbitaire, indique avec une approximation suffisante la direction du regard horizontal.

Pour fixer l'aiguille dans cette position, on peut tailler une pièce de carton de la forme et de la grandeur de l'ouverture orbitaire. On y pratique un petit trou à égale distance des deux bords supérieur et inférieur; on fait passer l'aiguille à travers ce trou,

et on pousse avec les doigts l'opercule de carton dans l'ouverture orbitaire, où son élasticité la maintient. La partie extérieure de l'aiguille donne la direction du regard.

On peut remplacer la pièce de carton par une grande pince à pression excentrique, analogue à celles dont on se sert pour tenir les paupières ouvertes dans certaines opérations chirurgicales, mais munie d'un ressort assez fort pour surmonter la résistance d'un tube de caoutchouc vulcanisé fixé sur l'extrémité de ses deux branches. Au milieu de sa longueur, ce tube élastique est percé d'un trou pour le passage de l'aiguille. La substance du tube étant à peu près homogène, le trou, dans les divers degrés d'ouverture de la pince, conserve toujours assez bien sa position centrale. Ce petit instrument est d'une grande simplicité ; je m'en sers depuis longtemps, mais il ne serait pas suffisant si l'on voulait obtenir une détermination rigoureuse, attendu qu'on ne peut compter sur l'homogénéité absolue du caoutchouc. J'ai donc fait substituer à la pièce de caoutchouc deux tiges métalliques denticulées, de longueur égale, glissant l'une sur l'autre, et mues en sens inverse par une roue dentée (fig. 13). La roue et le bouton qui la fait tourner sont percés d'un trou central pour le passage de l'aiguille. Lorsqu'on tourne le bouton à gauche, les deux tiges chevauchent et la pince donne l'écartement minimum. Lorsqu'on tourne le bouton à droite, les deux tiges s'allongent d'une manière égale, et l'écartement de la pince devient double de leur longueur. On obtient ainsi un écartement qui convient pour tous les crânes d'hommes, à l'exception des jeunes enfants, et pour un grand nombre d'animaux.

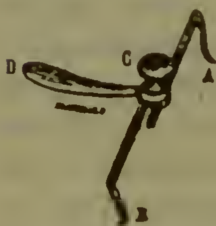


Fig. 13. — L'orbitostat à crémaillère.

Pour les jeunes enfants et les petits animaux, j'ai fait faire un modèle plus petit.

J'appelle cet instrument l'*orbitostat*.

M. Henri Mathieu, fils du constructeur de nos instruments d'anthropologie, a substitué à la double crémaillère de l'orbitostat une double vis qu'un bouton unique et terminal met en mouvement. L'action de la vis,



Fig. 14. — L'orbitostat à vis.

plus stable que celle de la roue dentée, n'a pas besoin d'être soutenue par celle d'une pince divergente. De la sorte, l'instrument peut se développer assez pour être applicable aux orbites de toutes dimensions (fig. 14).

L'aiguille à tricoter une fois fixée dans l'axe orbitaire, on pose le crâne sur le craniostat, et on étudie aisément la direction du plan de la vision horizontale par rapport à celle du plan du craniostat, qui est parallèle au plan alvéolo-condylien.

Cette direction est indiquée par la partie extérieure de l'aiguille. Elle n'est pas invariable sans doute; elle ne peut l'être parce que le crâne n'est pas un corps géométrique, mais elle est toujours à peu près horizontale. Il est rare qu'elle le soit tout à fait; une équerre graduée posée successivement près du point d'émergence de l'aiguille et près de son extrémité extérieure, montre qu'il existe ordinairement entre ces deux points une différence de niveau de quelques millimètres. Mais presque toujours la différence est assez faible pour que l'obliquité de l'aiguille ne puisse être reconnue au premier coup d'œil. J'ai fait cette expérience il y a plus de dix ans, dans une séance de la Société, sur des crânes pris au hasard dans le musée; depuis lors je l'ai répétée bien des fois dans mes cours et dans mes conférences; je la répète aujourd'hui encore devant vous sur des crânes qu'on m'apporte à l'instant; et je crois être en droit de dire que, sur les crânes normaux, la direction de l'aiguille orbitaire ne diffère jamais que très peu de celle du plan alvéolo-condylien.

Pendant que le crâne est sur le craniostat, on peut aisément comparer la direction de l'aiguille orbitaire avec celle des lignes de Camper et de Baer. On peut constater ainsi que ces lignes donnent une idée très fausse de l'attitude naturelle du crâne. La ligne de Baer (bord supérieur de l'arcade zygomatique) est toujours ascendante, et lorsqu'on veut la rendre horizontale, on voit l'aiguille orbitaire devenir très oblique en bas et en avant. La ligne de Camper au contraire est descendante, et lorsqu'on la rend horizontale, l'aiguille se dirige obliquement en haut. Ce qu'il y a de plus décisif, c'est que les variétés individuelles font subir des écarts très grands à la direction de ces deux lignes. Enfin si, sans retirer l'aiguille, on place le crâne sur une table

pour rendre horizontal le plan de Blumenbach, on voit que l'aiguille, suivant les cas, est tantôt horizontale, tantôt manifestement oblique vers le bas ou vers le haut. Ainsi les trois méthodes de Camper, de Blumenbach et de Baer ont un double inconvénient : d'une part, elles donnent au crâne des positions qui diffèrent beaucoup de l'attitude naturelle, et d'une autre part, ce qui est plus grave, ces différences sont très variables suivant les individus.

La ligne de Busk, comme on peut le voir sur le craniostat, est moins variable par rapport au plan visuel, auquel elle est quelquefois tout à fait perpendiculaire ; mais souvent elle incline sensiblement en avant ou en arrière. Je ne parle ni de la ligne de Daubenton, qui n'a pas la prétention d'être horizontale, ni de celle de Ch. Bell, qui ne peut être étudiée sur le craniostat, mais dont j'ai signalé les défauts.

En résumé, de tous les plans qui ont été proposés jusqu'ici pour déterminer la direction du crâne, le plan alvéolo-condylien est celui qui se rapproche le plus de l'attitude horizontale naturelle, établie par la direction du regard.

Le parallélisme presque parfait de ce plan et du plan de l'aiguille orbitaire est un des caractères les plus constants du crâne humain. Il se maintient dans toutes les conditions d'âge, de sexe et de race ; voici un nouveau-né, un vieillard, voici des blancs et des nègres. Tous se ressemblent sous ce rapport. J'ai fait l'expérience sur plusieurs crânes d'idiots microcéphales, et le résultat a paru le même. J'ai même pu croire, d'après mes premières observations, que ce caractère résistait à l'influence des déformations artificielles. Mais j'ai reçu tout récemment de M. Nélaton un crâne d'Aymara qui présente au plus haut degré l'étrange déformation usitée dans cette race. Je place ce crâne sur le craniostat et vous pouvez voir que l'aiguille orbitaire remonte sous un angle que je n'ai pas mesuré, mais qui paraît d'environ 6 ou 7 degrés. C'est de beaucoup le plus grand écart que j'aie observé chez l'homme, même en tenant compte des cas de déformations pathologiques locales qui peuvent modifier la position des points de repère, et dont je dois maintenant dire quelques mots.

On sait qu'après la chute des dents incisives, et surtout lorsqu

cette chute se produit de bonne heure, l'arcade alvéolaire s'atrophie et se résorbe plus ou moins; elle finit même quelquefois par disparaître entièrement, de sorte que la voûte palatine aboutit directement à l'épine nasale; et le crâne se trouve ainsi dans le même état que si l'arcade alvéolaire avait été emportée tout d'une pièce par un trait de scie horizontal ou par une fracture. Cette disposition s'observe sur un certain nombre de crânes de vieillards, et il est clair qu'elle peut faire subir au plan alvéolo-condylien une déviation notable, puisqu'elle peut, dans certains cas, reporter le point dit *alvéolaire* jusqu'à près de 2 centimètres au-dessus de sa situation primitive. Le point alvéolaire étant situé le plus souvent à 11 centimètres en avant des condyles, ce changement de niveau serait de nature à faire subir au plan alvéolo-condylien une déviation de 10 degrés au-dessous du plan horizontal.

D'un autre côté certains états pathologiques peuvent amener une déformation profonde de la région des condyles. Cette déformation, bien décrite par M. Barnard Davis sous le nom de *déformation plastique du crâne* (1), peut se produire à tout âge, pendant l'enfance sous l'influence du rachitisme, chez les adultes sous l'influence de l'ostéomalacie, chez les vieillards sous l'influence des causes qui amènent l'atrophie sénile du crâne; il est probable enfin que certains troubles de nutrition d'une nature moins générale peuvent diminuer la résistance des parties de la base du crâne sur lesquelles reposent les condyles. Le seul poids de la tête peut suffire, dans ces diverses conditions, pour déformer la base du crâne, et la déformation s'exagère bien plus encore chez les individus qui ont l'habitude de porter des fardeaux sur la tête. Toute la région condylienne s'enfonce alors en quelque sorte dans le crâne. Les condyles déformés, aplatis, souvent déviés vers le trou occipital, ne forment presque aucune saillie et occupent une situation beaucoup plus élevée qu'à l'état normal. Cette déformation fait subir au plan alvéolo-condylien une déviation comparable à celle que produit l'atrophie de l'arcade alvéolaire, mais dirigée en sens inverse.

La dépression pathologique des condyles et la résorption de

1. Voir *Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, t. 1, p.379.

l'arcade alvéolaire peuvent donc l'une et l'autre détruire le parallélisme qui existe ordinairement entre le plan alvéolo-condylien et celui de la vision horizontale. Sur les crânes qui présentent ces lésions, la détermination du plan horizontal est nécessairement incertaine ; mais, d'une part, la déformation plastique est rare, et d'une autre part la résorption de l'arcade alvéolaire est rarement complète ; sur la plupart des crânes édentés, même lorsqu'ils le sont depuis très-longtemps, la partie antérieure de l'arcade alvéolaire conserve encore une bonne partie de sa hauteur ; de sorte que la cause d'erreur est assez minime. Les cas où la méthode est en défaut sont donc exceptionnels. J'ajoute que, dans ces cas, la déviation de l'aiguille orbitaire m'a paru moindre que je ne m'y attendais d'après la gravité de la déformation locale. Ainsi, lorsqu'on place sur le craniostat un crâne dont l'arcade alvéolaire est entièrement résorbée, l'aiguille baisse sans doute, mais elle ne baisse pas en proportion de la hauteur présumée de l'arcade qui a disparu. Il m'a paru probable que la direction naturelle du plan alvéolo-condylien avait été en partie rétablie par une légère dépression dans la région des condyles, changement survenu à la longue et probablement sous l'influence d'une cause commune ; car la chute complète et ancienne des dents ne suffit pas pour amener la résorption *totale* de l'arcade alvéolaire ; il faut en outre qu'il existe chez le sujet une disposition individuelle, une densité faible et une nutrition suffisante du tissu osseux, circonstances propres à favoriser la production de la déformation plastique.

Somme toute, et même sans exclure les cas pathologiques que je viens de signaler, le plan alvéolo-condylien de l'homme présente une direction très-peu variable, et toujours très-rapprochée de la direction horizontale. Ce caractère est un des plus fixes qu'il y ait chez l'homme, et ce qui en accroît encore l'importance, c'est la différence remarquable qu'il établit entre l'homme et les autres animaux.

La différence est si grande, qu'elle peut se constater sans le secours des instruments. Prenez la tête d'un mammifère quelconque, placez-la devant vous de manière à rendre le plan alvéolo-condylien à peu près horizontal, et vous n'aurez pas be-

soin de recourir à l'aiguille orbitaire pour reconnaître, à la seule direction des ouvertures orbitaires, que, dans cette attitude, l'animal regarderait le ciel bien au-dessus de l'horizon. La chose devient plus évidente encore lorsqu'on met en place l'aiguille orbitaire ; on voit qu'elle remonte obliquement sous un angle toujours très-prononcé (1).

Les animaux cependant ne sont pas plus faits que nous pour regarder le ciel. Mais pas plus que nous ils ne sont faits pour regarder la terre. Comme nous ils ont besoin de voir les objets qui les entourent, et, quoiqu'on ne puisse pas répéter sur eux les expériences d'optique qui démontrent que chez l'homme la vision naturelle est horizontale, il est extrêmement probable qu'ils ne diffèrent pas de nous sous ce rapport, qu'en d'autres termes l'attitude naturelle de leur tête doit être celle qui rend leur axe orbitaire horizontal. C'est ce qui a lieu en effet. Voici diverses têtes de singes, de carnassiers, de rongeurs, de solipèdes et de ruminants, dans lesquelles on a placé les aiguilles orbitaires. Quand le plan alvéolo-condylien est horizontal, toutes ces aiguilles remontent plus ou moins obliquement ; pour les rendre horizontales, il faut incliner les têtes en avant, et lorsque ce mouvement est achevé, c'est-à-dire lorsque les aiguilles orbitaires nous paraissent à peu près horizontales, nous voyons toutes ces têtes se pencher vers le sol dans une position qui nous paraît conforme à l'attitude naturelle de l'animal. Ici, je ne dois parler qu'avec beaucoup de réserve, car, même pour les animaux que nous connaissons le mieux, le cheval et le chien, par exemple, la détermination de l'attitude naturelle est sujette à contestation. Les monteurs de squelettes le savent de reste ; et l'incertitude est bien plus grande encore pour les animaux sauvages dont nous avons rarement l'occasion d'observer les allures. Le terme de comparaison que j'ai choisi est donc quelque peu indécis. Je crois cependant que l'attitude naturelle de la tête de la plupart des mammifères ne diffère pas beaucoup de celle qui rend horizontaux les deux axes orbitaires, qu'en d'autres termes elle dépend du degré d'ouverture de l'angle qui mesure

1. Le craniostat représenté sur la figure 12 ne convient que pour le crâne humain. J'ai fait construire pour l'anatomie comparée un craniostat plus grand et plus haut, sur lequel on peut placer les crânes de tous les animaux dont la tête n'est pas plus grosse que celle du cheval.

l'inclinaison du plan de ces axes sur le plan alvéolo-condylien.
J'appellerai cet angle l'angle *alvéolo-condylien.*

§ 3. — *L'angle alvéolo-condylien. — Mensuration trigonométrique.*

L'angle alvéolo-condylien présente suivant les espèces, des différences assez notables. Ces différences sont-elles, jusqu'à un certain point, en rapport avec la position que les espèces occupent dans la série ? On serait tenté de répondre négativement si l'on s'en fiait à une première expression, car l'aiguille orbitaire remonte plus chez certains singes que chez bon nombre d'animaux d'un rang moins élevé. Mais le problème est beaucoup plus compliqué qu'il ne semble au premier abord. Le degré d'inclinaison de l'aiguille orbitaire n'indique nullement le degré d'ouverture de l'angle alvéolo-condylien; et s'il en donne une idée assez exacte chez les animaux qui, comme l'homme et les singes, ont les yeux dirigés en avant, il en donne au contraire une idée très-fausse lorsque les yeux sont placés sur les côtés de la tête. Il faut donc tenir compte de deux éléments : 1° l'inclinaison de l'aiguille orbitaire sur le plan alvéolo-condylien ; 2° la divergence des axes orbitaires, c'est-à-dire l'angle qu'interceptent entre elles deux aiguilles passant respectivement par les axes des deux orbites. Ceci demande quelques explications.

Le plan de la vision horizontale, que j'appellerai par abréviation *le plan visuel*, est celui qui passe par les *deux* aiguilles orbitaires. Si l'on ne considérait qu'une seule aiguille, ce plan ne serait pas déterminé, puisqu'on peut faire passer une infinité de plans par une même ligne. Plaçons donc une aiguille dans le centre de chaque orbite pour obtenir le plan visuel. L'angle alvéolo-condylien que nous voulons étudier est l'angle *dièdre* intercepté entre ce plan et le plan alvéolo-condylien. Il est à peine nécessaire de rappeler que l'*arête* d'un angle dièdre est la ligne d'intersection des deux plans qui le forment, et que la mesure de cet angle est donnée par l'angle qu'interceptent deux lignes menées dans ces deux plans perpendiculairement à l'arête.

Or, le plan visuel et le plan alvéolo-condylien étant tous deux perpendiculaires au plan médian du crâne, l'arête de l'angle dièdre qu'ils interceptent est perpendiculaire à ce plan médian, et par conséquent transversale et horizontale. D'où il résulte que toute ligne perpendiculaire à l'arête est parallèle au plan médian du crâne, et réciproquement que toute ligne menée soit dans le plan visuel, soit dans le plan alvéolo-condylien, parallèlement au plan médian, est, par là même, perpendiculaire à l'arête.

Si donc l'aiguille orbitaire était parallèle au plan médian du crâne, son inclinaison sur le plan alvéolo-condylien donnerait exactement la mesure de l'angle alvéolo-condylien. Cette mesure, sans être exacte, est du moins approximative lorsque l'aiguille orbitaire est presque parallèle au plan médian, comme cela a lieu chez l'homme et les singes, où elle ne dévie de ce plan que de 20 à 25 degrés. Mais, lorsque l'aiguille est très-divergente, l'angle qui mesure son inclinaison sur le plan alvéolo-condylien est beaucoup plus petit que l'angle alvéolo-condylien. Si l'on désigne par α ce dernier angle, par θ l'angle d'inclinaison de l'aiguile, et par 2ρ l'angle qu'interceptent entre elles les deux aiguilles orbitaires, les relations de ces trois angles seront indiquées par la formule suivante :

$$\sin \alpha = \frac{\sin \theta}{\cos \rho}$$

Lorsque l'angle θ est nul, c'est-à-dire lorsque l'aiguille orbitaire est parallèle au plan alvéolo-condylien, ce qui a lieu ordinairement chez l'homme, l'angle α est nul aussi, c'est-à-dire que le plan visuel est parallèle au plan alvéolo-condylien. Dans tous les autres cas, la formule précédente montre que θ (l'angle de l'aiguille) est plus petit que α (l'angle alvéolo-condylien), puisque le dénominateur du second membre est un cosinus, nécessairement plus petit que l'unité; et la différence entre les deux angles est d'autant plus grande que $\cos \rho$ devient plus petit, ou qu'en d'autres termes l'angle ρ devient plus grand (1). Voici, par exemple, une tête de mouton, dont les yeux sont très-

(1) On remarquera que α, θ et ρ sont toujours plus petits que 90 degrés. On sait que, dans le premier quart du cercle, le plus grand angle a toujours le plus grand sinus et le plus petit cosinus.

divergents. L'angle ρ est égal à 66 degrés, ce qui donne un cosinus de 0,41 ; sur cette même tête, θ, l'angle de l'aiguille, n'est que de 14 degrés ; et la formule précédente, d'après la table des sinus, donnera à l'angle α une valeur de 36 degrés environ. Par conséquent l'angle alvéolo-condylien est deux fois et demie plus grand que l'angle de l'aiguille. On voit combien on se tromperait si l'on évaluait l'angle alvéolo-condylien d'après le degré d'inclinaison de l'aiguille orbitaire, sans tenir compte de son degré de divergence.

L'étude de l'angle alvéolo-condylien dans la série des mammifères est donc très-compliquée ; je la ferai peut-être un jour; je saurai alors si les variations de cet angle sont en rapport avec la position que les animaux occupent dans la série.

Mais on peut dès aujourd'hui utiliser les indications fournies par l'inclinaison de l'aiguille orbitaire (angle θ), lorsqu'on compare entre eux des animaux dont les yeux ont le même degré de divergence. Alors, en effet, l'angle ρ étant le même, les variations de l'angle θ donneront une idée non pas rigoureuse (car les sinus ne sont pas proportionnels aux angles), mais du moins assez exacte des variations de l'angle α.

Nous pouvons donc, d'après cet élément, comparer les crânes humains entre eux, puisque la direction des yeux est à peu près la même chez tous les hommes. Il y a ici une circonstance très-favorable, résultant de ce que les aiguilles orbitaires sont peu divergentes, que l'angle ρ par conséquent est petit, et que son cosinus est dès lors presque égal à l'unité. Il en résulte que dans notre formule l'influence du dénominateur devient à peu près insignifiante, qu'en d'autres termes sin θ est tellement peu inférieur à sin α que la différence est négligeable, et qu'enfin l'angle d'inclinaison de l'aiguille mesure presque exactement l'angle alvéolo-condylien (on verra plus loin que l'erreur s'élève tout au plus à un tiers de degré).

Maintenant on sait que tous les primates, à l'exception des lémuriens, ont, comme l'homme, les yeux dirigés en avant ; plusieurs ont même les yeux plus rapprochés que l'homme. Chez eux, comme chez nous, l'angle ρ est assez petit pour que l'inclinaison de l'aiguille orbitaire donne une idée suffisamment exacte de l'angle alvéolo-condylien. Nous pouvons donc

comparer l'homme et les singes sans recourir à la formule.

Je vous ai montré tout à l'heure que, sur le crâne humain, l'aiguille orbitaire est toujours presque parallèle au plan alvéolo-condylien, c'est-à-dire que l'angle θ est toujours très-petit. Les variations qu'il présente à l'état normal sont contenues dans des limites très-restreintes et ne dépassent probablement pas une amplitude de 5 à 6 degrés.

Voici maintenant des crânes de singes anthropoïdes ou autres; chez tous l'aiguille orbitaire remonte beaucoup et fait, avec le plan alvéolo-condylien, un angle qui n'est certainement pas de moins de 15 à 20 degrés. Je n'ai pas mesuré cet angle; mais la différence qu'il établit entre les singes et l'homme est si évidente, qu'on n'a pas besoin de l'exprimer en degrés pour voir qu'elle est très-grande. Et cette différence n'est pas atténuée, comme la plupart des autres, par des cas intermédiaires. Ainsi, on sait que plusieurs des caractères les plus importants, tels que l'angle facial, l'angle de Daubenton, présentent des transitions de l'homme blanc au nègre, du nègre aux jeunes anthropoïdes et de ceux-ci aux anthropoïdes adultes. Par exemple, le niveau occipital (ou plan du trou occipital) s'élève en moyenne chez le blanc jusqu'au milieu de la hauteur des fosses nasales antérieures; chez le nègre il descend souvent au-dessous de l'épine nasale, et quelquefois au-dessous du point alvéolaire; chez les jeunes anthropoïdes il descend à peine au-dessous de ce point, et peut même remonter au-dessus; chez les anthropoïdes adultes enfin, il descend toujours bien au-dessous du menton.

L'inclinaison de l'aiguille orbitaire ne nous montre pas ces transitions. Voici un jeune orang, un jeune chimpanzé; l'aiguille est sans doute chez eux un peu moins ascendante que sur les adultes de leurs espèces; mais elle fait certainement encore un angle de plus de 12 degrés, tandis que sur plusieurs têtes de nègres qui sont sur la table, elle paraît tout aussi horizontale que sur les crânes des blancs.

Je pense donc que l'angle alvéolo-condylien constitue l'un des meilleurs caractères distinctifs de l'homme.

Cet angle n'est pas invariablement nul chez l'homme; mais les différences qu'il présente sont si légères, qu'on ne peut guère les apprécier à la simple vue; c'est pour cela sans doute que

jusqu'ici je n'ai pas remarqué qu'elles fussent influencées par la race. Je me hâte d'ajouter que je ne parle que d'après des expériences recueillies en passant, car je n'ai pas fait de recherches sur ce sujet. Je n'ai étudié la direction de la vision horizontale que pour la comparer avec celle du plan alvéolo-condylien; après avoir constaté que sur le crâne humain ce plan était plus rapproché que tout autre de la direction du plan horizontale, j'avais atteint mon but, et je ne m'étais pas attaché à créer un procédé pour mesurer d'une manière rigoureuse, l'angle alvéolo-condylien.

Je n'ai donc pu répondre à la question qui m'a été adressée par madame Clémence Royer, à la suite de la communication de M. Topinard. Elle me demandait si la direction de l'aiguille orbitaire par rapport au plan alvéolo-condylien était la même dans toutes les races, et si, en particulier, elle n'était pas un peu plus relevée chez les nègres que chez les blancs. Cette question mérite certainement d'être étudiée, mais ne peut être résolue que par des mensurations exactes, parce que les différences ne peuvent être que très faibles, et il faudra y joindre la méthode des moyennes, parce que l'écart entre deux races quelconques sera certainement assez petit pour être franchi par les variations individuelles. Or la méthode des moyennes exige l'étude d'un grand nombre de cas particuliers, et n'est applicable qu'à la faveur d'un procédé de mensuration suffisamment rapide.

On pourrait sans doute construire à cet effet un goniomètre spécial; toutefois cet instrument serait assez compliqué et d'un maniement très difficile, vu le peu de solidité du point d'appui qu'il prendrait sur l'aiguille orbitaire. Mais, pour déterminer un angle, il n'est pas nécessaire de le mesurer directement, il suffit de connaître l'un de ses éléments trigonométriques; et rien n'est plus facile que de mesurer le sinus de l'angle alvéolo-condylien, sans le secours d'aucun instrument spécial.

Faisons une marque sur l'aiguille orbitaire à 10 centimètres (ou 100 millimètres) de son extrémité. Puis plaçons l'aiguille dans l'axe de l'orbite à l'aide de l'orbitostat, et posons le crâne sur le craniostat; alors, portant successivement l'équerre graduée ordinaire sur les côtés de l'aiguille au niveau de son extrémité et au niveau de la marque, mesurons en millimètres la

hauteur de ces deux points au-dessus de la planche du craniostat. La différence de ces deux hauteurs n'est autre que le sinus de l'angle alvéolo-condylien, rapporté à un cercle dont le rayon est de 10 centimètres.

La mesure du sinus s'obtient ainsi en un clin d'œil. On en déduit immédiatement la mesure de l'angle, à l'aide d'une table que j'ai extraite des tables de logarithmes et qui donne, de millimètre en millimètre, le nombre de degrés de l'arc correspondant. Cette table a été transcrite sur le barême craniologique de mon laboratoire, et est par conséquent à la disposition de tous ceux qui voudraient faire des recherches sur l'angle alvéolo-condylien.

Si les deux points de l'aiguille sont au même niveau, l'angle est nul; si l'aiguille remonte en avant, la différence des hauteurs est positive, et l'angle alvéolo-condylien est positif, c'est-à-dire ouvert en avant. Si au contraire l'aiguille baisse, le sinus est négatif et l'angle est ouvert en arrière.

L'angle que l'on détermine ainsi n'est pas le véritable angle alvéolo-condylien, appelé x dans la formule ci-dessus; c'est seulement l'angle de l'aiguille, ou l'angle θ. J'ai déjà dit que chez l'homme, les axes visuels étant très peu divergents, les deux angles sont presque égaux. L'angle qui mesure l'écartement des deux aiguilles orbitaires ne dépasse pas, chez l'homme, 55 degrés, et l'angle ρ par conséquent n'est que de 27 degrés au plus. En appliquant cette donnée à notre formule, on trouve que, tant que l'angle θ ne dépasse pas 10 degrés, la différence $x - \theta$ est de moins d'un degré, qu'elle n'est que d'un demi-degré lorsque l'angle θ n'est pas plus grand que 5 degrés. Or les différences de moins de 1 degré sont négligeables, puisqu'on ne les relève pas lorsqu'on mesure les angles crâniens avec des goniomètres.

Il est donc absolument inutile de recourir à la formule pour les corriger; mais la correction deviendrait indispensable si l'on voulait étudier l'angle alvéolo-condylien sur des animaux dont les axes visuels sont très divergents.

Pour faire cette correction, il faut connaître la valeur de cos ρ. On obtiendra alors sin x, en divisant sin θ, qui est déjà connu, par cos ρ. Rappelons que l'angle ρ est la moitié de l'angle

qui exprime la divergence des deux axes visuels. Il s'agit donc de mesurer l'angle 2ρ, qu'interceptent les deux aiguilles orbitaires et qu'on peut appeler, par abréviation, l'*angle biorbitaire.*

§ 4. — *L'angle biorbitaire. — Mensuration trigonométrique.*

Ce n'est pas seulement au point de vue spécial de la détermination de l'angle alvéolo-condylien que l'étude de l'angle biorbitaire est digne d'attention. Elle offre en outre, en zoologie et en anatomie comparée, un intérêt plus général que personne n'a méconnu, et, si elle a été quelque peu négligée jusqu'ici, c'est probablement parce qu'on ne disposait pas d'un moyen de mensuration suffisamment simple et suffisamment précis.

On pourrait mesurer l'angle biorbitaire à l'aide d'un goniomètre spécial dont les deux branches s'appliqueraient symétriquement sur la partie extérieure des deux aiguilles orbitaires. La construction de ces instruments serait facile, quoique un peu compliquée; mais le maniement en serait très délicat, à cause du peu de solidité du point d'appui qu'il faudrait prendre sur les aiguilles orbitaires. Il me paraît donc bien préférable de mesurer l'angle biorbitaire par un procédé trigonométrique qui n'exige l'emploi d'aucun instrument spécial, et qui est aussi sur dans ses résultats que simple et rapide dans son exécution.

Prenons deux aiguilles assez longues pour que leur partie extérieure ait plus de 10 centimètres de longueur (voir fig. 12, p. 310). Il y a sur chaque aiguille un petit curseur D qu'on peut fixer où l'on veut à l'aide d'une petite vis de pression. Il y a en outre en A, à 10 centimètres de l'extrémité extérieure de l'aiguille, un petit bouton fixe et bien visible; en d'autres termes, la longueur AB est exactement de 10 centimètres.

Introduisons la première aiguille A, dans l'axe d'une orbite, à l'aide de l'orbitostat, et fixons le curseur D sur le point de l'aiguille qui émerge de l'orbitostat. L'aiguille dès lors ne peut plus reculer. Avant de mettre en place la seconde aiguille A', fixons-y le curseur B' de telle sorte que B'D' soit égal à BD. Cette

seconde aiguille est alors placée dans l'autre orbite et on l'enfonce jusqu'à ce que le curseur D′ soit arrêté par le second orbitostat.

Les deux orbites étant symétriques, les deux aiguilles peuvent être considérées comme étant dans un même plan. Elles se coupent donc dans l'intérieur du crâne en un point que l'on n'aperçoit pas et qui, sur la figure 15, est marquée par la lettre O. Ce point est également distant de D et de D′, puisque les orbites sont censées symétriques.

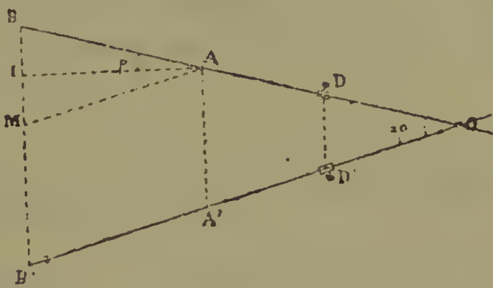


Fig. 15.

Le triangle DOD′ est donc isocèle; et puisque AD = A′D′, et que AB = A′B′, les deux triangles BOB′, AOA′ sont également isocèles, de sorte que les deux lignes AA′ et BB′ sont parallèles.

Il est facile maintenant de mesurer l'angle biorbitaire 2ρ, qui n'est autre que l'angle O. Menons en A une ligne MA parallèle à A′B′; nous aurons ainsi un triangle BAM semblable à BOB′, et par conséquent isocèle, et si du point A nous abaissons sur la base BM une perpendiculaire AI, cette ligne divisera à la fois en deux parties égales l'angle au sommet A et la base BM. Au lieu de mesurer l'angle MAB, qui est égal à O, ou à 2ρ, il nous suffira donc de mesurer l'angle BAI, qui en est la moitié. Or cet angle BAI, qui n'est autre que ρ, fait partie du triangle rectangle dont nous connaissons déjà l'hypothénuse AB, égale à 10 centimètres. En outre le côté BI est la moitié de BM, qui est égal à BB′ — AA′, et, comme les quatre points A, A′, B, B′ sont situés à l'extérieur du crâne, nous pouvons mesurer les deux distances AA′ et BB′ et en déterminer la différence en millimètres. La moitié de cette différence donne la longueur de BI, second côté du triangle rectangle ABI. Nous pourrions donc construire ce triangle sur le papier et mesurer l'angle ρ au moyen d'un rapporteur, mais la table des sinus nous donne un moyen beaucoup plus sûr et beaucoup plus rapide.

Le côté BI, en effet, est le sinus de l'angle ρ que nous cher-

chons, puisque l'hypoténuse AB est égale à 10 centimètres, et que notre table de sinus est calculée pour un rayon de 10 centimètres. Si nous supposons, par exemple, que BI soit égal à 31 millimètres nous disons sin $\rho = 31^{mm}$, et notre table de sinus nous montrera aussitôt que l'angle $\rho = 18^{\circ},06$ et que par conséquent l'angle biorbitaire est de 36°,12.

L'exposé de ce procédé a pu paraître long, mais l'application en est extrêmement rapide. Il suffit de quelques secondes pour mesurer successivement AA′ et BB′, après quoi il n'y a plus qu'à faire la soustraction, et à prendre la moitié du reste pour obtenir BI ou sin ρ. Mais, quelque simples que soient ces opérations



Fig. 16.— La règle bimillimétrique. (Le graveur a retourné le dessin. La partie graduée doit correspondre à la main gauche. On n'a représenté qu'une partie de la graduation, qui va jusqu'à 100.)

d'arithmétique, on peut encore les éviter en se servant d'une mince règle de bois appelée la *règle bimillimétrique* et longue de 70 centimètres (fig. 16). Dans une longueur de 50 centimètres à partir de la droite, la règle n'est pas graduée. Les 20 derniers centimètres sont divisés en 100 parties de 2 millimètres chacune, de sorte que le chiffre 5 correspond à 10 millimètres, le chiffre 15 à 30 millimètres, etc. Le zéro est du côté du milieu de la règle. On saisit celle-ci de la main droite, on applique transversalement son bord gradué sur les deux aiguilles orbitaires sans la moindre pression, en faisant tomber le zéro sur le point A; on fixe l'ongle du pouce droit sur le point de la règle qui affleure A′, puis on transporte la règle en BB′, en plaçant sur B′ le point où est fixé l'ongle. On lit alors sur la règle le chiffre de l'échelle qui affleure le point B. Ce chiffre exprime en millimètres la valeur de sin ρ.

Il est à peine utile de faire remarquer qu'en effet, dans la seconde position donnée à la règle, le zéro vient se placer là où est le point M sur la figure 15. La distance comprise entre le zéro et le point B donne donc la différence BB′ — AA′, et l'opération de la soustraction est ainsi évitée. En outre, la division du reste BM par deux se trouve toute faite, puisque le chiffre qu'on lit sur l'échelle indique des doubles millimètres, et donne par con-

séquent la moitié du nombre des millimètres du reste BM. Grâce à cette simplification, il suffit d'*une seconde* pour obtenir en millimètres la valeur de sin ρ, et il suffit d'une autre seconde pour trouver sur la table des sinus la valeur de l'arc qui correspond à ce sinus et qui mesure l'angle biorbitaire.

Les cosinus étant marqués sur cette table à côté des sinus, on obtient en même temps la valeur de cos ρ, dont on a besoin pour déterminer l'angle alvéolo-condylien, à l'aide de la formule de la page 421.

§ 5. — *De la méthode trigonométrique en craniologie.*

Le procédé trigonométrique que je viens de décrire peut recevoir en craniologie d'autres applications utiles. Il permet de mesurer l'angle que font entre elles deux lignes crâniennes quelconques, *pourvu qu'elles soient symétriques*, c'est-à-dire déterminées, à droite et à gauche, par les mêmes points de repère. Il n'est même pas nécessaire que ces lignes soient situées à l'extérieur du crâne, ni qu'on puisse en reconnaître la direction à l'aide d'une règle ou d'une aiguille; il suffit que l'on connaisse les deux points de la surface extérieure du crâne où chacune d'elles commence et finit.


Fig. 17. (Le graveur a mis *d* au lieu de α).

Ainsi, je suppose qu'on veuille mesurer l'angle intercepté par les deux lignes fronto-pariétales, qui passent de chaque côté par le centre de la bosse frontale F et par le centre de la bosse pariétale, P (fig. 17). Ces deux lignes FP, F′P′ forment les deux côtés latéraux du *trapèze crânien supérieur* (Welcker), dont la base longue, PP′, s'étend transversalement d'une bosse pariétale à l'autre, et dont la base courte FF′ relie les deux bosses frontales. M. Welcker attache beaucoup d'importance à l'étude de ce trapèze, qui occupe le milieu de son *réseau crânien* (*Schaedelnetz*).

Pour le construire sur le papier, il en mesure directement les quatre côtés avec le compas d'épaisseur. Ces éléments suffisent,

parce que le trapèze est symétrique. Il est inutile de décrire la construction, qui est peu compliquée, mais qui demande pourtant une certaine habitude et qui nécessite l'emploi de plusieurs lignes auxiliaires. Le trapèze une fois construit, on mesure l'angle fronto-pariétal en prolongeant les deux côtés latéraux jusqu'en O, et en appliquant le rapporteur sur ce point. Mais tout cela est très long, si l'on songe surtout que les procédés graphiques exigent une très grande attention, sous peine d'être tout à fait trompeurs. Il est donc bien préférable de recourir au procédé trigonométrique.

Retranchons FF′ de PP′, et nous aurons en millimètres la longueur de la ligne PM, base du triangle isocèle PFM, dont l'angle au sommet PFM est égal à l'angle cherché O. La moitié de cette différence nous donnera la longueur de la ligne PI. Nous avons mesuré directement sur le crâne la distance de P en F. Nous connaissons donc l'hypoténuse PF et l'un des côtés PI du triangle PIF ; cela nous suffit pour trouver l'angle PFI, qui est la moitié de l'angle cherché O. Appelons x cet angle PFI, et, rapportant le sinus à un cercle dont le rayon est de 100 millimètres (conformément à notre table de sinus), nous aurons : $\sin x = \frac{PI}{FP} \times 100$.

Une simple division nous donne donc la valeur de sin x, et la table des sinus nous donne aussitôt après la valeur de l'angle x exprimée en degrés. En doublant x, nous aurons l'angle $2x$, qui n'est autre que l'angle O.

L'opération est un peu plus compliquée que dans le cas précédent, parce que la longueur PF est variable, tandis que les points marqués sur nos aiguilles orbitaires sont invariables ; il faut donc recourir à une division pour rapporter à un rayon constant les éléments trigonométriques de l'angle fronto-pariétal. Mais cette division, portant sur des nombres de deux chiffres, de trois chiffres au plus, est toujours très simple, et on peut d'ailleurs l'éviter à l'aide d'une table spéciale du barème craniologique.

L'angle pariétal de M. de Quatrefages se mesure exactement de la même manière. Cet angle est intercepté par deux règles

appliquées, à droite et à gauche, d'une part sur le point le plus saillant de l'arcade zygomatique Z, d'une autre part sur le point le plus saillant du pariétal P. Ici, les deux lignes étant situées tout entières à l'extérieur du crâne, l'application d'un goniomètre devient possible, et M. de Quatrefages a fait construire à cet effet un instrument qui ne laisse rien à désirer sous le rapport de la précision (1). Mais cet instrument, coûteux et compliqué, est d'un maniement assez difficile et assez lent ; c'est ce qui a empêché jusqu'ici la plupart des observateurs de continuer l'étude de l'angle pariétal, dont M. de Quatrefages a pourtant signalé l'importance. Le procédé trigonométrique qui vient d'être décrit fournit un moyen beaucoup plus simple, beaucoup plus rapide, et tout aussi rigoureux. Remplacez sur la figure précédente les lettres F et F' par Z et Z', et vous aurez encore : $\sin \alpha = \frac{\mathrm{PI}}{\mathrm{PZ}} \times 100$, α étant la moitié de l'angle pariétal.

On peut mesurer ainsi, je le répète, tout angle intercepté par deux lignes crâniennes latérales et symétriques. L'angle intercepté par une ligne latérale et par une ligne comprise dans le plan médian du crâne se mesurerait de la même manière, à cela près que la formule donnerait l'angle tout entier, et non la moitié de cet angle. Quant aux angles interceptés par deux lignes comprises l'une et l'autre dans le plan médian, ils échappent à ce procédé, mais ils se prêtent très bien à la détermination trigonométrique.

Je prends pour exemple la direction de la ligne alvéolaire ou sous-nasale, au sujet de laquelle M. Topinard vient de faire à la Société une communication très importante. M. Topinard a étudié la direction de cette ligne par rapport au plan horizontal alvéolo-condylien. La ligne alvéolaire et la ligne alvéolo-condylienne aboutissant toutes deux au point alvéolaire, il serait facile, sur un crâne édenté, de placer sur ce point le centre d'un cadran, et de mesurer ainsi directement l'*angle alvéolaire*. Mais cela exigerait un goniomètre spécial, dont l'application serait d'ailleurs très difficile sur les crânes pourvus de leurs dents

1. Voir *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XLVI, p. 791, et première session de l'Association française à Bordeaux, section d'ANTHROPOLOGIE.

incisives. Aussi M. Topinard a-t-il été obligé de recourir à un procédé indirect pour étudier le prognathisme alvéolo-sous-nasal, ou plus simplement le prognathisme alvéolaire. Il a mesuré d'une part la longueur de la verticale V abaissée de l'épine nasale sur le plan alvéolo-condylien et d'une autre part la longueur de l'horizontale H comprise entre le pied de cette verticale et le point alvéolaire, puis il a calculé le rapport centésimal de ces deux lignes, $\frac{100\,H}{V}$. Mais ce rapport ne parle pas à l'esprit comme le ferait une mesure de l'angle alvéolaire exprimée en degrés. Or le rapport de l'horizontale à la verticale, calculé par M. Topinard, n'est autre que la cotangente de l'angle alvéolaire, c'est-à-dire la tangente de son complément. Nous n'avons donc qu'à chercher sur notre tableau trigonométrique, dans la colonne des cotangentes, les nombres exprimés par les rapports en question, et nous aurons immédiatement la valeur de l'angle qui leur correspond. Par exemple, ce rapport est en moyenne de 16.15 pour les Basques, et le tableau nous montre qu'une cotangente de 16.15 accuse un angle de 80°,82. Pour les nègres d'Afrique le rapport est de 45.94, et le tableau nous donne un angle de 65°,32 pour une cotangente de 45.94. On peut ainsi, à l'instant, transformer en mesures angulaires les rapports centésimaux dont M. Topinard s'est servi si heureusement pour mesurer le prognathisme alvéolaire (1).

J'ai dû faire intervenir quelques notions de géométrie pour démontrer l'exactitude des procédés trigonométriques que j'ai exposés; mais ces procédés, une fois formulés, peuvent être appliqués par les personnes les plus étrangères aux mathématiques; tous les calculs sont évités par le barème craniométrique, et l'opération est aussi prompte que sûre.

Je crois devoir indiquer en terminant les cas où la méthode trigonométrique me paraît préférable à l'application des goniomètres.

1. Pour mesurer l'angle que font entre elles deux lignes médianes ou parallèles au plan médian, comme la ligne de Baer et l'horizontale de Camper, on mesure l'angle que fait chacune d'elles avec l'aiguille orbitaire et on combine ces deux mesures par soustraction si elles sont de même signe, par addition si elles sont de signes contraires. La mensuration de chaque angle se fait par le même procédé que celle de l'angle alvéolo-condylien.

Il n'est probablement aucun angle crânien qu'on ne puisse mesurer à l'aide d'un goniomètre spécial. Mais la construction et le maniement de cet instrument seraient souvent extrêmement compliqués; et je pense que les *goniomètres simples* sont les seuls qui doivent être préférés aux procédés trigonométriques.

Les goniomètres simples sont ceux qui marquent les degrés sur un cadran dont le centre se place au sommet de l'angle à mesurer, soit dans le plan même de l'angle (goniomètre occipital), soit dans un plan parallèle où l'angle est reporté par une projection identique (goniomètre facial). Les angles dont le sommet est fixe, et situé sur un point de la surface extérieure du crâne, sont donc les seuls qui puissent être mesurés par ces goniomètres; et cela même ne suffit pas, car il faut encore que le cadran du goniomètre puisse se placer dans le plan de l'angle ou dans un parallèle, ce qui n'est pas toujours possible. Les angles qui ne satisfont pas à cette double condition — et ils sont nombreux — ne peuvent être mesurés qu'à l'aide de goniomètres compliqués. Tels sont surtout ceux dont le sommet virtuel et variable est situé dans le crâne ou hors du crâne, sur le point d'intersection de deux lignes crâniennes.

Les goniomètres compliqués coûtent fort cher et sont d'une construction très délicate; c'est déjà une objection sérieuse, mais de plus ils sont d'un maniement difficile qui exige beaucoup d'attention et fait perdre beaucoup de temps. Je pense donc que les angles qui ne peuvent être mesurés par des goniomètres simples doivent être mesurés de préférence par la méthode trigonométrique.

Discussion.

M. Javal, à la suite de cette communication, fit observer que quelquefois soit par conformation de la rétine, soit par habitude, le plan visuel n'est pas horizontal ; et il cita l'exemple connu de Michel-Ange qui, après avoir peint la chapelle Sixtine avait conservé l'habitude de regarder en haut et pour voir un objet le plaçait au-dessus de sa tête.

Mademoiselle Clémence Royer demanda ensuite si le trou optique, qui reçoit les aiguilles, est assez petit pour représenter le sommet invariable d'un angle.

M. Broca. Il y a en effet une petite cause d'erreur dans les variations de dimensions du trou optique. On peut y remédier en garnissant ce trou d'un petit bouchon, mais il peut suffire d'adopter comme point de repère fixe le bord supérieur de ce trou; l'erreur qui en résulte et qui d'ailleurs est presque uniforme, est toujours inférieure à 1 degré.

Les renseignements donnés par M. Javal sont fort intéressants, mais ne semblent pas infirmer ce principe que la vision normale s'effectue suivant un plan parallèle au plan horizontal crânien. Les variations résultent de modifications accidentelles volontairement ou involontairement acquises. Si nous plaçons le regard suivant cette direction, c'est qu'elle est conforme au mécanisme musculaire et à la position de la partie la plus sensible de la rétine.

M. Javal demanda encore s'il ne vaudrait pas mieux pour éviter toute confusion, employer une autre lettre grecque que la lettre α pour désigner l'angle alvéolo-condylien, car cette lettre est déjà employée en ophthalmologie pour désigner l'angle que fait l'axe optique avec l'axe de figure du globe de l'œil.

M. Broca. Le nombre des lettres grecques étant beaucoup moindre que celui des angles auxquels on est obligé, dans les diverses sciences, de donner un nom de convention, l'emploi de la même lettre pour caractériser des angles différents est inévitable. Ainsi, la lettre α, qui, en ophthalmologie, désigne l'angle indiqué par M. Javal, désigne, dans l'optique pure, l'angle que fait l'axe d'une lentille avec un rayon parti du foyer. L'inconvénient que signale notre collègue serait réel si l'on donnait, dans une même branche d'étude, une double acception à la même lettre. Mais la craniologie est trop distincte de l'ophthalmologie pour que le nom que je donne à l'angle alvéolo-condylien puisse entraîner la moindre confusion.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR

LE PLAN HORIZONTAL DE LA TÊTE

ET

SUR LE DEGRÉ D'INCLINAISON DES DIVERS PLANS CRANIENS.

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2e série. T. VIII. 1873, p. 542-563.)

Dans les divers mémoires que j'ai publiés depuis 1862 sur l'attitude horizontale de la tête, j'ai cherché à faire prévaloir le principe que la tête est horizontale lorsque l'homme, debout, regarde naturellement l'horizon. J'ai démontré l'exactitude de cette opinion à l'aide d'expériences physiologiques que j'ai communiquées à la Société d'anthropologie dans la séance du 2 janvier 1873 et dans ce volume p. 397.

Sur le squelette, il est impossible de déterminer *rigoureusement* la direction naturelle du regard; mais on l'obtient avec une approximation parfaitement suffisante en plaçant une aiguille à tricoter dans l'axe de chaque orbite. L'aiguille traverse d'une part le trou optique, d'une autre part le trou central de l'instrument que j'appelle l'*orbitostat*. Les deux aiguilles orbitaires ainsi fixées déterminent un plan qui ne peut différer que très-peu du plan de la vision horizontale, et qui peut seul représenter ce plan sur le crâne.

Toutes les autres lignes crâniennes, tous les autres plans qu'elles servent à établir, sont sujets à des variations notables et donnent souvent à la tête une attitude évidemment relevée ou inclinée; tandis que, lorsque les aiguilles orbitaires sont horizontales, l'attitude du crâne paraît toujours naturelle.

Le plan des axes orbitaires, qu'il est permis d'appeler *le plan*

de la vision horizontale, est donc le seul plan qui mérite réellement le nom de *plan horizontal du crâne*.

Il est clair toutefois qu'il est impossible, dans la pratique, de se servir des axes orbitaires pour orienter le crâne ; car l'axe orbitaire n'est pas une ligne crânienne. Si le trou optique, l'un des points de repère, est un point anatomique, l'autre point de repère, situé au milieu de la grande ouverture orbitaire, n'est pas marqué sur le crâne. C'est un point virtuel, qu'un instrument délicat peut déterminer pour certaines recherches de géométrie craniologique, mais que l'on perd dès que l'instrument est enlevé. Or, la craniométrie *pratique* exige des moyens plus simples et ne saurait accepter d'autres points de repère que ceux de l'anatomie.

Il faut donc renoncer à orienter le crâne d'après le plan virtuel des axes orbitaires ; mais on doit du moins choisir, à défaut de ce plan, qui serait seul correct, celui des plans déterminés par les points de repère anatomiques qui s'écarte le moins de la direction des axes orbitaires, c'est-à-dire de la direction horizontale.

Pour connaître le degré d'obliquité des divers plans crâniens, je mesure l'angle qu'ils font avec le plan des axes orbitaires. Cette mensuration ne pourrait se faire que très-difficilement à l'aide des goniomètres ; elle exigerait, pour ainsi dire, un goniomètre spécial pour chacun des plans à étudier ; la construction de ces goniomètres serait très-compliquée, et l'application en serait extrêmement incertaine, à cause du peu de solidité des aiguilles orbitaires sur lesquelles il prendrait son appui. Mais la méthode trigonométrique, que j'ai exposée dans un précédent travail, fournit un moyen aussi sûr que rapide de mesurer tous ces angles à l'aide d'un seul et unique appareil instrumental.

Cet appareil est celui que j'ai déjà employé pour mesurer l'angle alvéolo-condylien. Il se compose de l'*orbitostat* (voir plus haut, p. 416), de deux *aiguilles orbitaires* portant une marque bien visible à 100 millimètres de leur extrémité, et d'un *craniostat* très-semblable à celui qui est représenté page 312, si ce n'est que, pour pouvoir donner au crâne des attitudes quelquefois très-inclinées, il est nécessaire de rendre beaucoup plus

haute la pièce de bois qui forme le support central. Une équerre graduée, à lourde base, analogue à celle qui accompagne le craniophore de M. Topinard; une seconde équerre, petite et pointue, dont on applique la base sur la première pour déterminer les niveaux, et quelques coins de bois d'épaisseur variable, destinés à assujettir le crâne dans diverses directions, complètent le matériel instrumental.

Les deux aiguilles orbitaires sont d'abord introduites dans les deux orbites et fixées à l'aide des orbitostats. Le crâne est alors placé sur le craniostat, dans la direction qui rend horizontal le plan mis à l'étude. Supposons qu'il s'agisse du plan de Camper, déterminé par l'épine nasale et les centres des conduits auditifs. On mesure, à l'aide de la double équerre, la hauteur de l'épine nasale au-dessus du plan du craniostat, puis on mesure de la même manière celle des conduits auditifs; lorsque ces trois hauteurs sont égales, on applique des coins de bois sous les dents ou sous l'occiput, pour obtenir l'équilibre. On est sûr alors que le plan de Camper est horizontal, et pour connaître l'inclinaison de ce plan sur celui des aiguilles orbitaires, il n'y a plus qu'à mesurer l'angle d'inclinaison de ces aiguilles sur le plan du craniostat. A cet effet, on commence par s'assurer que les deux aiguilles sont symétriquement placées dans les deux orbites, et que les extrémités libres sont sur le même niveau. Ayant ainsi constaté que le crâne ne penche ni à droite ni à gauche, on prend, en millimètres, la hauteur de l'une des aiguilles au-dessus du plan du craniostat, d'abord au niveau de son extrémité, puis au niveau de sa marque, placée à 100 millimètres de cette extrémité, et la différence des deux hauteurs donne le sinus de l'angle d'inclinaison de l'aiguille. Si l'extrémité est plus haute que la marque, le sinus et l'angle d'inclinaison sont positifs; dans le cas contraire, le sinus et l'angle d'inclinaison sont négatifs.

Connaissant le sinus en millimètres, on obtient les degrés de l'angle correspondant à l'aide de la table trigonométrique que j'ai publiée (1), et qui a été relevée pour un rayon de 100 millimètres.

Lorsque le sinus est nul, l'angle est nul; cela veut dire que

(1) *Bulletin de la société d'anthropologie*, t. VIII, 1873, p. 176 et plus loin dans ce volume dans le mémoire *sur l'angle alvéolo-condylien et l'angle bi-orbitaire.*

l'aiguille orbitaire est exactement parallèle au plan crânien que l'on étudie, qu'en d'autres termes celui-ci est horizontal.

Lorsque l'angle est *positif*, cela veut dire que le plan en question est incliné en bas et en avant, puisqu'il a fallu, pour le rendre horizontal, relever la tête et diriger les axes orbitaires vers le ciel.

Lorsque l'angle est *négatif*, cela veut dire, au contraire, que ce plan est incliné en haut et en avant, puisqu'il a fallu, pour le rendre horizontal, abaisser la tête et diriger les axes orbitaires vers le sol.

Ce procédé, est exactement semblable à celui que j'ai suivi pour la mensuration de l'angle alvéolo-condylien (voir p. 424). Pour le rendre tout à fait rigoureux, il faudrait recourir à l'emploi de la formule trigonométrique donnée p. 421. Je rappelle en effet que l'angle que l'on mesure ainsi n'est pas l'angle d'inclinaison du *plan* des aiguilles orbitaires, mais bien l'angle d'inclinaison *de ces aiguilles elles-mêmes;* celui-ci, lorsqu'il n'est pas nul, est toujours plus petit que celui-là ; mais je rappelle en même temps que *chez l'homme,* dont les axes orbitaires sont peu divergents, la différence entre les deux angles est très-petite, eu égard à leur valeur, et qu'on peut par conséquent la négliger sans inconvénient.

Je m'attacherai donc d'abord à l'étude du premier angle, qui se détermine rapidement, et sans aucun calcul, à l'aide de la table trigonométrique signalée. Cela me suffira parfaitement pour décider la question que je me propose d'étudier ici, c'est-à-dire pour apprécier le degré d'obliquité relative des divers plans crâniens et la valeur respective des divers systèmes de craniométrie et de craniographie qui s'y rattachent. Puis, mes conclusions une fois établies, j'aurai à montrer qu'elles sont non-seulement confirmées, mais encore aggravées, lorsqu'on passe, par le calcul, de ce premier angle, qui ne mesure que l'inclinaison des plans sur l'aiguille orbitaire, au second angle, qui mesure l'inclinaison réelle des plans.

Les plans crâniens dont j'ai déterminé le degré d'obliquité sont au nombre de quinze. J'ai compris dans cette liste, en premier lieu, le plan alvéolo-condylien, que je me proposais avant tout de comparer avec les autres : puis les divers plans que j'ai

décrits dans mon mémoire sur *le Plan horizontal de la tête* (p. 409), à l'exception de celui que Barclay a appelé *basi-facial*, et qui, étant donné par la mâchoire *inférieure*, ne saurait servir à des études générales ; j'y ai joint les plans de Merkel, de Hamy, de Rolle et d'Aeby, et enfin quatre autres plans dont aucun auteur ne s'est occupé jusqu'ici, et dont il m'a paru intéressant d'étudier la direction.

Il ne sera pas inutile de donner ici la définition de ces divers plans :

1° Le *plan alvéolo-condylien*, passant par le point alvéolaire, et tangent à la face inférieure des condyles occipitaux ;

2° Le *plan de Hamy*, passant par le point le plus saillant de la glabelle et par le sommet du lambda. M. Hamy a proposé l'emploi de ce plan pour orienter les crânes sur lesquels l'absence de la face ou des condyles occipitaux ne permet pas de déterminer le plan alvéolo-condylien ;

3° Le *plan horizontal de Busk*. C'est le plan perpendiculaire au plan vertical de Busk, lequel passe par le bregma et par les deux conduits auditifs. Un procédé fort simple, et qu'il serait superflu de décrire, permet de placer le crâne dans une position telle que le plan vertical de Busk soit perpendiculaire au plan du craniostat. On mesure alors l'inclinaison de l'aiguille orbitaire sur le plan du craniostat ;

4° Le *plan de mastication* n'a pas besoin d'être défini. Il ne peut se déterminer que sur les crânes pourvus de la plupart de leurs dents molaires, et seulement lorsque les dents sont peu usées ;

5° Le *plan de Camper*, du centre du conduit auditif à l'épine nasale inférieure ;

6° Le *plan palatin de Barclay*. C'est le plan de la voûte palatine ;

7° Le *plan de Blumenbach*. C'est le plan de la table sur laquelle le crâne, privé de sa mâchoire inférieure, prend son équilibre ;

8° Le *plan de Baer*, donné sur le profil par le bord supérieur de l'arcade zygomatique ;

9° Le *plan de Merkel*, donné par une ligne tirée du centre du conduit auditif au bord inférieur de l'orbite ;

10° Le *plan glabello-occipital*. De la glabelle au point le plus

reculé de l'occipital ; c'est le plan dans lequel on mesure le diamètre antéro-postérieur maximum ;

11° Le *plan de Daubenton*, passant par l'opisthion (bord postérieur du trou occipital) et par les bords inférieurs des orbites ;

12° Le *plan de Rolle*, donné sur le profil par une ligne tirée du centre du trou auditif au point alvéolaire ;

13° Le *plan naso-iniaque*, de la racine du nez à l'inion (protubérance occipitale externe) ;

14° Le *plan d'Aeby*, ou plan naso-basilaire, passant par la racine du nez et par le basion (bord antérieur du trou occipital).

15° Enfin le *plan naso-opisthiaque*, de la racine du nez à l'opisthion ; c'est le plan fixe du second angle occipital, que j'ai étudié ailleurs (1).

Pour apprécier le degré de confiance que méritent ces divers plans, j'ai mesuré l'angle positif ou négatif que chacun d'eux intercepte avec le plan des axes orbitaires, c'est-à-dire avec le vrai plan horizontale du crâne.

Si tous les crânes étaient semblables, il n'y aurait à tenir compte que du degré d'ouverture de cet angle. Le plan qui donnerait l'angle le plus petit serait celui qui serait le plus rapproché de la direction horizontale, et c'est lui, par conséquent, qu'il faudrait choisir comme plan *cardinal du crâne*.

Mais il n'en est pas ainsi : personne n'ignore, en effet, que toutes les formes crâniennes, toutes les proportions, tous les rapports des éléments crâniologiques présentent, suivant les individus et suivant les races, des variations plus ou moins grandes, Il y a donc à considérer en outre le degré de fixité relative des divers plans : car, si le but que l'on se propose est avant tout de donner à la tête une direction naturelle, on ne doit pas perdre de vue la nécessité de faire reposer les comparaisons sur les bases les plus fixes. A ce point de vue, un plan oblique, mais dont les rapports avec l'attitude naturelle de la tête seraient à peu près constants, pourrait être préférable à un plan plus rapproché de la direction horizontale, mais sujet à présenter des variations individuelles plus étendues.

Il ne suffit donc pas d'étudier la direction des plans sur un seul

1. Voir *Bull, de la Soc. d'anthrop.* 1872, p. 664, et *Revue d'anthrop.*, 1873, t. II, p. 210 et plus loin dans ce volume dans les mémoires *sur la direction du trou occipital* et *recherches sur la direction du trou occipital,* etc.

crâne, ni même dans une seule race. Pour pouvoir apprécier l'étendue des variations, il faut considérer des séries de crânes appartenant non-seulement à des races différentes, mais encore à des races de types différents.

Comme représentants du type caucasique, j'ai pris les douze premiers numéros de la série des crânes auvergnats du musée du laboratoire d'anthropologie. Douze nègres de la côte occidentale d'Afrique (même musée) ont servi à l'étude des plans crâniens dans le type éthiopique. Enfin douze crânes de l'Asie centrale et orientale, rapportés à Paris par notre collègue M. le docteur Martin, ex-médecin de l'ambassade française à Pékin, m'ont fourni une excellente série du type mongolique (1).

Je donne, sur le tableau qui accompagne ce travail, le maximum, le minimum et la moyenne de l'angle d'inclinaison de chaque plan dans ces trois séries égales. La différence des maxima aux minima donne l'écart observé dans chaque série (2). L'écart total, entre le plus fort maximum et le plus faible minimum de chaque angle, est indiqué dans la colonne intitulée *Écart général.* Enfin, tout en reconnaissant qu'il est illusoire de chercher à établir, pour quelque caractère que ce soit, la moyenne générale de l'humanité, il m'a paru qu'en combinant un nombre égal de crânes des trois grands types anthropologiques, j'obtiendrais des chiffres qui permettraient de faciliter la comparaison des divers plans crâniens. Ces chiffres se trouvent à la première colonne du premier tableau.

Dans l'interprétation de ce tableau, il y a à tenir compte, ainsi que je viens de le dire, de deux conditions bien distinctes : 1° le degré d'inclinaison des plans ; 2° le degré de variabilité de cette inclinaison.

1° *Du degré d'obliquité des plans.* — Nous ne considérerons ici que les moyennes des trois séries, puisque les variations individuelles doivent être étudiées plus loin.

Cherchant le plan qui permettra de donner à la tête la direc-

1. Les douze crânes de M. le docteur Martin sont aujourd'hui déposés dans la galerie du Muséum. Ils ont été complétement étudiés dans mon laboratoire, où ils ont séjourné pendant six mois.

2. Il est à peine utile de faire remarquer que l'étendue de l'écart s'obtient en additionnant le maximum avec le minimum lorsqu'ils sont de signes contraires, en les retranchant l'un de l'autre lorsqu'ils sont de même signe.

Angles d'inclinaison des divers plans crâniens sur le plan de la vision horizontale.

Numéros d'ordre	PLANS	MOYENNES générale	MOYENNES des 12 Auvergnats	MOYENNES des 12 Mongols	MOYENNES des 12 Nègres	AUVERGNATS Maxima	AUVERGNATS Minima	AUVERGNATS Ecart.	MONGOLS Maxima	MONGOLS Minima	MONGOLS Ecart.	NÈGRES Maxima	NÈGRES Minima	NÈGRES Ecart.	ÉCART GÉNÉRAL
1	Alvéolo-condylien......	+ 0° 88	− 0°.90	+ 3°.65	− 0° 10	+ 2°.29	− 3°.44	5°.73	+ 8°.63	0°	8° 63	+ 3°.44	− 4°.02	7° 46	12° 65
2	Hamy..................	+ 0.97	− 1.83	+ 1.96	+ 2.77	+ 5.16	−12 12	17.28	+11.53	− 1.71	13 24	+ 7.47	− 6.89	14.36	23.65
3	Busk..................	− 1.81	− 4.76	− 0.72	+ 0.05	+ 2.29	−13.30	15.59	+ 6.31	− 2.29	8.60	+ 5.16	− 6.31	11.47	19.61
4	De mastication.........	+ 3.85	+ 2.87	+ 7.65	+ 1.04	+ 8.05	− 2.29	10.34	+14.47	0	14.47	+ 9.79	− 5.74	15.53	20.21
5	Camper................	+ 4.68	+ 2.29	+ 8.84	+ 2.92	+ 9.79	− 4.02	13.81	+15.66	0	15.66	+ 9.21	− 0.57	9.78	19.68
6	Barclay...............	+ 5.18	+ 6.52	+ 7.38	+ 1.65	+13.88	− 0	13.88	+17.16	− 1.71	18.87	+ 9.79	− 9.21	19.00	23.09
7	Blumenbach............	+ 6.09	+ 3.21	+ 8.54	+ 6 53	+ 8.63	− 6.89	15.52	+15.66	− 3.44	12.22	+11.53	− 4.02	15.55	22.55
8	Baer..................	− 6.51	− 8.88	− 5.99	− 4.66	− 1.14	−13.88	7.74	+ 1.71	−10.37	12.08	+ 3.44	−13.30	16.74	17.32
9	Merkel................	− 7.96	− 9.52	− 6.90	− 7.48	− 5.74	−18.06	12.32	− 0.57	−13.30	12.73	− 1.71	−13.88	12.17	17.49
10	Glabello-occipital[1]......	−12.96	−15.44	−13.08	−10.35	− 8.63	−24.83	16.20	− 5.74	−19.88	14.14	− 4.02	−19.27	15.25	20.81
11	Daubenton.............	−15.11	−16.99	−12.88	−11.50	−10.37	−22.33	11.96	− 5.74	−16.86	11.12	− 8.63	−19.27	10.64	16.59
12	Rolle.................	+15.81	+14.65	+18.19	+14.61	+18.06	+ 8.05	10.01	+24.83	+ 8.63	16 20	+19.88	+ 6.31	13.57	18 52
13	Naso-iniaque...........	−15.88	−18.36	−15.11	−14.19	− 9.79	−30.00	20.21	− 8.05	−20.48	12.43	− 5.16	−22.33	17.17	24.84
14	Naso-opisthiaque.......	−23.76	−28.57	−24.83	−23.89	−21.10	−33.38	12.28	−16.86	−30.00	13.14	−16 86	−34 75	17.89	17.89
15	Aeby..................	−31.26	−32.58	−30.64	−30.57	−24.83	−36.86	12.03	−20.48	−35.45	14.97	−24.20	−36.86	12.66	16.38

tion la plus rapproché de l'attitude naturelle, nous n'aurons pas à nous préoccuper du signe des angles d'inclinaison, mais seulement de la valeur absolue de ces angles. Peu nous importe, en effet, que la tête soit inclinée en avant ou en arrière ; l'essentiel pour nous est qu'elle le soit le moins possible.

D'après cette remarque, nous pouvons diviser nos plans en quatre groupes :

1° Ceux qui dévient très-peu de l'horizontale et qui donnent en moyenne au crâne une attitude convenable. Ce sont : le plan alvéolo-condylien, le plan de Hamy et le plan de Busk. Les moyennes générales de leurs angles d'inclinaison sont inférieures à 2 degrés, et les inclinaisons qu'elles représentent sont trop faibles pour être appréciables à l'œil ;

2° Ceux qui donnent en moyenne générale une déviation comprise entre 2 et 5 degrés, assez forte, par conséquent, pour qu'un œil attentif puisse reconnaître que l'attitude de la tête n'est pas parfaitement naturelle. Ce sont : le plan de mastication, le plan de Camper et le plan palatin de Barclay. Les moyennes générales d'inclinaison de ces trois plans sont toutes positives, c'est-à-dire qu'ils donnent en général à la tête une attitude un peu relevée ; mais chez un certain nombre d'individus l'angle d'inclinaison est négatif, chez un plus grand nombre encore il est voisin de zéro ; l'orientation des crânes d'après ces plans peut donc très-souvent paraître correcte, et l'on comprend ainsi pourquoi l'un de ces plans, celui de Camper, a pu longtemps satisfaire les craniologistes ;

3° Dans le troisième groupe, nous rangerons les plans dont les angles d'inclinaison sont, en moyenne générale, compris entre 6 et 8 degrés. Ce sont : le plan de Blumenbach, dont la moyenne est positive, et les plans de Baer et de Merkel, dont les moyennes sont négatives. Le premier donne à la face une attitude relevée en avant ; les deux autres, au contraire, l'inclinent vers le sol, et tous trois la dévient en moyenne à un degré tel, qu'on s'en aperçoit au premier coup d'œil. On se demande comment des craniologistes éminents ont pu accepter des attitudes aussi choquantes ; cette erreur n'aurait pu se produire si les trois plans en question avaient quelque fixité ; mais leur défaut de fixité, qui suffisait à lui seul pour les faire reje-

ter, est précisément la cause du succès qu'ils ont obtenus ; tous les trois, en effet, présentent des variations individuelles assez étendues pour que, sur un certain nombre de crânes, leur angle d'inclinaison puisse arriver au voisinage de zéro. Les partisans respectifs de l'un ou de l'autre de ces plans trouvent donc aisément des crânes auxquels leur procédé d'orientation donne une attitude convenable et qu'ils prennent comme types, tandis que ces crânes sont au contraire exceptionnels;

4° Enfin les plans de notre quatrième groupe sont ceux dont l'inclinaison moyenne est plus grande encore. Ce sont les plans de Daubenton, de Rolle et d'Aeby, et les trois autres plans que j'appelle *naso-iniaque*, *naso-opisthiaque* et *glabello-occipital*. Ce dernier, qui est le moins éloigné de la direction horizontale, fait encore en moyenne un angle de 13 degrés; l'un d'eux, le plan d'Aeby, donne même une moyenne de plus de 31 degrés. Ils sont donc beaucoup trop obliques pour qu'on ait pu avoir un seul instant l'idée de les considérer comme horizontaux et de les employer pour donner au crâne une attitude naturelle; mais on a pu attacher à quelques-uns d'entre eux une grande importance anatomique, parce qu'ils semblaient peu sujets aux variations, et les employer dès lors comme des plans fixes, auxquels on rapportait divers éléments crâniens pour en étudier les variations. C'est ainsi que le plan naso-basiliaire est devenu la base des constructions orthogonales à l'aide desquelles M. Aeby étudie les rapports des principaux points du crâne.

Les plans réunis dans notre quatrième groupe n'ayant pas la prétention d'être horizontaux, nous n'aurons à les étudier qu'au point de vue de leur degré de fixité. C'est ce que nous ferons tout à l'heure. Mais il faut d'abord examiner la valeur relative des plans des trois premiers groupes au point de vue de l'attitude plus ou moins correcte qu'ils donnent au crâne.

Le classement que nous venons de présenter repose sur nos moyennes générales, et on a vu plus haut que celles-ci ne peuvent avoir rien de rigoureux, car la direction des plans présente des différences assez notables suivant les races, de telle sorte qu'il suffirait d'augmenter le nombre proportionnel des crânes de tel ou tel type pour faire croître ou décroître à volonté le chiffre moyen qui exprime la direction de chaque plan. Il serait donc

possible que nos moyennes générales fussent trompeuses, et c'est d'après les moyennes propres à chaque type que nous pourrons apprécier la valeur relative de nos divers plans.

Étudions donc les trois colonnes où sont inscrites les moyennes de chacune de nos trois séries. Nous remarquons d'abord que l'angle alvéolo-condylien est le plus petit de tous chez les Auvergnats; qu'en outre, chez les nègres, il est à peu près nul, et par conséquent excellent. Chez les Mongols, le plan alvéolo-condylien est un peu plus oblique que les plans de Hamy et de Busk; mais il est beaucoup moins oblique que tous les autres plans; il ne pourrait donc être primé que par les plans de Hamy et de Busk; mais celui-ci est défectueux dans la série caucasique, où il est primé par le plan de mastication, par les plans de Camper et de Blumenbach; et celui-là est défectueux chez les nègres, où il est plus oblique que le plan de Barclay et le plan de mastication. Ainsi le plan alvéolo-condylien est toujours meilleur que ceux du deuxième et du troisième groupe; il ne rencontre de rivaux que dans le premier groupe, et seulement pour le type mongolique; et si nous pesons les avantages et les inconvénients, nous trouvons qu'en réalité la supériorité lui reste acquise. Nous voyons en même temps que le plan de Hamy, considéré sous le rapport des moyennes partielles, est presque aussi correct que le plan alvéolo-condylien. Cette remarque est importante; elle confirme pleinement le choix que M. Hamy a fait du plan glabello-lambdoïdien pour orienter les crânes privés de leur face ou de leurs condyles.

Quant aux plans des autres groupes, dans quelque série qu'on les considère, on les trouve plus obliques que le plan alvéolo-condylien. Notons en particulier que les plans de Baer et de Merkel, qui se partagent aujourd'hui les suffrages des anthropologistes allemands, donnent dans toutes les séries des angles d'inclinaison très-ouverts. L'angle du plan de Merkel est toujours plus grand que celui du plan de Baer; la différence de ces deux angles est de 1 degré dans la série caucasique, mais elle s'élève à près de 3 degrés dans la série éthiopique. En moyenne générale, elle est d'environ 1 degré et demi; et elle est toujours à l'avantage du plan de Baer.

Il n'est pas sans intérêt d'apprécier l'écart qui existe entre

l'inclinaison du plan alvéolo-condylien et celle du plan de Baer. M. Ecker, étudiant comparativement ces deux plans sur 14 crânes, a trouvé qu'ils faisaient entre eux un angle de 12°,11 en moyenne (1). Il n'a pas dit par quel procédé il avait mesuré cet angle, mais il me paraît fort probable qu'il n'a pas eu recours à des moyens rigoureux, car la différence qu'il indique est fort exagérée.

Le procédé trigonométrique dont je me suis servi est d'une rigueur absolue; il donne les inclinaisons respectives de chaque plan sur le plan des axes orbitaires ; par conséquent, lorsqu'on veut connaître l'inclinaison de deux plans l'un sur l'autre, il n'y a qu'à prendre les angles d'inclinaison de chacun d'eux sur le plan commun des axes orbitaires, à les additionner s'ils sont de signes contraires, à les soustraire l'un de l'autre s'ils sont de même signe. Nous voyons ainsi sur notre tableau que l'angle d'inclinaison du plan de Baer sur le plan alvéolo-condylien est en moyenne de 7°,98, dans la série caucasique, de 9°,64 dans la série mongolique, de 4°,56 seulement dans la série éthiopique, et enfin de 7°,39 en moyenne générale dans les trois séries réunies (2). Il y a assez loin de là à la moyenne de 12°,11 annoncée par M. Ecker. L'angle peut, il est vrai, chez quelques individus, atteindre et dépasser 12 degrés; il y a trois cas de ce genre parmi les trente-six cas que j'ai étudiés : ce sont : un Auvergnat, donnant un angle d'inclinaison de 13°,31, et deux Mongols, donnant des angles d'inclinaison de 13°, 81 et de 12°,62. Mais, d'un autre côté, l'angle descend à zéro chez un nègre, à 0°, 57 et 1°,72 chez deux Auvergnats, à 1°,70 chez un autre nègre. Il me paraît fort douteux, d'après ces chiffres, que la moyenne des 14 crânes étudiés par M. Ecker soit réellement de 12°,11, et j'ai lieu de croire que ce résultat doit-être attribué à l'imperfection du procédé de mensuration suivi par l'auteur.

Réduite aux chiffres que je viens d'indiquer, la divergence du plan de Baer et du plan alvéolo-condylien est encore très-notable, et le fait qu'elle n'est pas la même dans toutes les races prouve

1. Ecker, *Teqer Krümmung der Schadelsrohres*, dans *Archiv für Anthropologie*, Bd. IV, S. 300.

2. On verra plus loin, d'après les chiffres consignés sur notre second tableau, que l'inclinaison moyenne des deux plans l'un sur l'autre est, en réalité, de 0°95 + 7°11 = 8°06.

qu'il n'est pas indifférent d'adopter l'un ou l'autre de ces plans pour l'orientation et la comparaison des crânes.

L'étude de la première partie de notre tableau nous a prouvé que le plan alvéolo-condylien est, de tous les plans du crâne, celui qui est en moyenne le plus rapproché de la direction horizontale. Je dois rappeler toutefois que les angles dont les valeurs sont inscrites sur ce tableau ne sont pas ceux qui mesurent réellement l'inclinaison des divers plans sur *le plan* des aiguilles orbitaires ; ils ne mesurent, pour chaque plan, que l'*angle de l'aiguille;* or, l'aiguille n'étant pas parallèle au plan médian du crâne, l'angle de l'aiguille est toujours plus petit que le véritable angle d'inclinaison des plans que l'on considère.

Pour connaître cette inclinaison réelle, il faut recourir à l'emploi de la formule trigonométrique déjà indiquée plus haut (p. 423). Si l'on appelle θ l'angle d'inclinaison de l'aiguille, α l'angle d'inclinaison des plans, et 2ρ l'angle qui mesure la divergence des deux aiguilles orbitaires, on trouve, entre ces trois angles, un rapport déterminé par la formule suivante :

$$\sin \alpha = \frac{\sin \theta}{\cos \rho} .$$

Nous pourrons aisément, à l'aide de cette formule, obtenir la valeur de l'angle α. Il ne sera point nécessaire de faire le calcul pour les cas individuels; il suffira de le faire pour les moyennes, car nous ne nous proposons pas d'employer ce calcul comme méthode générale ; on verra en effet que l'angle θ fait connaître, avec une approximation suffisante, le degré d'inclinaison des plans. Nous voulons savoir seulement si les conclusions basées sur l'étude de l'angle de l'aiguille ne seraient pas infirmées ou atténuées par l'étude de l'angle α; et les calculs faits sur les moyennes nous renseigneront pleinement à cet égard. Les résultats de ces calculs sont consignés sur le tableau suivant :

Nos d'ordre	Plans.		Angle de l'aiguille. θ		$\sin \theta$		$\sin \alpha$		Angle réel de l'inclinaison. α	Accroissement. $\alpha - \theta$
1	Alvéolo-condylien..	+	0,88	+	1,54	+	1,68	+	0,95	0,07
2	Hamy	+	0,97	+	1,70	+	1,85	+	1,05	0,08
3	Busk..............	—	1,81	—	3,17	—	3,46	—	1,97	0,16
4	De mastication.....	+	3,85	+	6,70	+	7,32	+	4,20	0,35
5	Camper	+	4,68	+	8,15	+	8,90	+	5,11	0,43

Nos d'ordre	Plans	Angle de l'aiguille. θ	sin θ	sin α	Angle réel de l'inclinaison. α	Accroissement. α-θ
6	Barclay............	+ 5,18	+ 9,03	+ 9,86	+ 5,65	0,47
7	Blumenbach.......	+ 6,09	+ 10,61	+ 11,59	+ 6,65	0,56
8	Baer	— 6,51	— 11,34	— 12,59	— 7,11	0,60
9	Merkel.............	— 7,96	— 13,84	— 15,12	— 8,70	0,74
10	Glabello-occipital. .	— 12,96	— 22,42	— 24,50	— 14,17	1,21
11	Daubenton	— 15,11	— 26,06	— 28,48	— 16,55	1,44
12	Rolle..............	+ 15,81	+ 27,25	+ 29,78	+ 17,32	1,51
13	Naso-iniaque.......	— 15,88	— 27,36	— 29,90	— 17,40	1,52
14	Naso-opisthiaque...	— 25,76	— 43,46	— 47,49	— 28,35	2,59
15	Aeby..............	— 31,26	— 51,89	— 56,71	— 34,54	3,28

Nous aurons à chercher d'abord sin θ sur la table trigonométrique, en nous aidant des chiffres inscrits dans la colonne des différences. Par exemple, pour obtenir le sin θ de l'angle de Baer, qui est de — 6°,51 en moyenne générale, nous verrons d'abord qu'un angle de — 6°,31 donnerait un sinus de 11 millimètres; un angle de — 6°,89 donnerait un sinus de 12 millimètres : une différence de 58 centièmes de degrés sur l'angle équivaut donc à une différence de 1 millimètre sur le sinus, et nous en déduisons par un calcul de proportion que le sinus θ de l'angle de Baer est de 11mm,34.

Nous obtenons ainsi toutes les valeurs de sin θ, qui sont inscrites dans la deuxième colonne de notre deuxième tableau.

Pour passer à sin α, il faut diviser sin θ par cos ρ.

Rappelons ici que l'angle 2ρ, peu variable dans l'espèce humaine, est en moyenne de 47°,47 ; l'angle ρ est donc de 23°,73, et la moyenne de cos ρ, obtenue d'après la table trigonométrique, est de 91,50, ou plutôt de 0,915, le rayon étant pris pour unité.

En divisant par 0,915 les valeurs de sin θ, nous obtenons les valeurs de sin α, qui sont inscrites dans la troisième colonne.

Enfin, connaissant sin α, nous trouvons sur la table trigonométrique les valeurs de l'angle α, en nous aidant des chiffres des différences, et nous remplissons ainsi la quatrième colonne.

Pour faciliter la comparaison des angles α et θ, nous avons inscrit dans une dernière colonne les différences de ces deux angles. On voit qu'elles sont insignifiantes lorsque θ est très-petit, qu'elles croissent avec cet angle, et qu'elles deviennent très-notables lorsqu'il est grand. En outre, elles ont toujours lieu dans

le même sens, c'est-à-dire en faveur de α, de sorte que l'ordination des plans, qui a été faite du numéro 1 au numéro 15 d'après les valeurs de θ, reste la même par rapport aux valeurs de α.

Les conclusions que nous avons établies d'après les moyennes de l'angle de l'aiguille, pour apprécier l'obliquité relative des divers plans, conservent donc toute leur portée, et elles deviennent même plus décisives, maintenant que nous connaissons l'obliquité absolue de chacun d'eux. Tous sont plus obliques et par conséquent moins corrects que ne semblait l'indiquer l'angle de l'aiguille; mais, tandis que nous ne nous trompions que de 7 centièmes de degré sur la direction du plan alvéolo-condylien, erreur tout à fait négligeable, nous commettions une erreur de 3°,28, erreur quarante-sept fois plus forte, sur la direction du plan d'Aeby. Nous devons accorder une attention spéciale au plan de Baer, à cause de la préférence qui lui est attribuée en Allemagne. L'inclinaison de ce plan, qui paraissait n'être que de 6° 51, se trouve accrue de 60 centièmes de degré, et portée ainsi à 7°,11. Elle est donc sept fois et demie plus forte que celle du plan alvéolo-condylien, qui n'est que de 0°,95. Quant au plan de Merkel, que M. Ihering s'efforce aujourd'hui de faire prévaloir sur celui de Baer (1), il est plus défectueux encore, puisque son obliquité réelle s'élève à 8°,70, et est par conséquent neuf fois plus forte que celle du plan alvéolo-condylien.

Il m'a paru nécessaire de faire ces comparaisons sur les inclinaisons *réelles* des plans pour montrer que les conclusions basées sur l'étude de l'angle de l'aiguille, loin d'être exagérées, restent encore au contraire un peu au dessous de la vérité. Mais, si l'angle de l'aiguille nous dissimule quelque peu le degré d'inclinaison, ou, si l'on veut, le degré d'imperfection des divers plans, il nous le révèle cependant d'une manière très-nette, de sorte qu'on peut se borner à mesurer l'angle de l'aiguille sans recourir aux calculs très-faciles, mais assez longs, qui font connaître les angles d'inclinaison réelle. Nous ne parlerons donc plus désormais que de l'angle de l'aiguille.

Je viens de prouver que le plan alvéolo-condylien a l'avantage d'être le plan le plus rapproché de la direction horizontale. Cet

1. Ihering, *Ueber das Wesen der Prognatie*, dans *Archiv für Anthropologie*, Bd. V, S. 372 (1872), analysé dans la *Revue d'anthrop.*, 1873, n° 2, p. 353.

avantage, toutefois, ne serait pas décisif si un autre plan, quoique plus oblique, présentait plus de fixité ; mais on va voir que la supériorité du plan alvéolo-condylien est tout aussi prononcée sous le rapport de la fixité que sous le rapport de la direction.

2° *Du degré de variabilité de l'inclinaison des plans.* — Le degré de variabilité de l'inclinaison des plans ressort de la comparaison des maxima et des minima qui forment la seconde partie de notre premier tableau (p. 442).

J'ai indiqué dans la dernière colonne, pour chaque angle d'inclinaison, ce que j'appelle l'*écart général*, c'est-à-dire la différence entre le maximum le plus élevé et le minimum le plus faible des trois séries.

Le plan alvéolo-condylien est celui dont l'écart général est le plus faible (12°,65) ; après lui viennent le plan d'Aeby (16°,38), celui de Daubenton (16°,59), puis celui de Baer (17°,32) et celui de Merkel (17°,49). Tous les autres donnent des écarts plus forts, et je note en particulier que le plan de Hamy, dont les moyennes sont en général si satisfaisantes, se trouve ici occuper l'avant-dernier rang.

Mais, ainsi que je l'ai dit pour les moyennes générales, les chiffres de l'écart général n'ont pas une importance décisive. Ce qu'il faut constater surtout, c'est l'écart observé dans chaque série, car nous savons que tous les caractères craniologiques varient suivant les types ; et quand nous cherchons à apprécier le degré de variabilité de tel ou tel plan, nous devons faire abstraction des variations imputables au type lui-même. C'est donc dans chacune de nos séries en particulier que nous devons établir la comparaison des maxima et des minima.

Dans notre série caucasique, l'écart le plus faible est celui du plan alvéolo-condylien (5°,73). Le plan de Baer vient en seconde ligne (7°,74). Tous les autres ont beaucoup moins de fixité.

Dans la série mongolique, nous trouvons en première ligne le plan de Busk (8°,60) et le plan alvéolo-condylien (8°,63). La différence entre ces deux plans est tout à fait insignifiante. Le plan de Daubenton, qui vient ensuite, donne déjà un écart de 11°,12, et celui de Baer ne vient que le quatrième (12°,08).

Dans la série éthiopique, enfin, le plan alvéolo-condylien est encore le premier (7°,46), et il distance notablement tous les

autres; le plan de Camper, qui tient le second rang, donne un écart de 9°,78; viennent ensuite le plan de Daubenton (10°,64), celui de Busk (11°,47), ceux de Merkel (12°,17) et d'Aeby (12°,66). Le plan de Baer, qui variait assez peu dans les deux premières séries, nous offre, au contraire, ici un écart très-grand (16°,74); il n'occupe que le douzième rang dans la liste totale.

L'étude des séries séparées donne donc des résultats bien différents de ceux qui paraissaient résulter de l'étude d'ensemble; tel plan qui est l'un des moins variables dans l'une des séries, est au contraire très-variable dans une autre série, et il devient difficile d'apprécier, sous ce rapport, la valeur relative de chacun d'eux; mais il en est un qui prime toujours les autres, c'est le plan alvéolo-condylien. Le plan de Busk, qui, chez les Mongols, rivalise avec lui, est défectueux chez les nègres, et plus défectueux encore chez les Auvergnats. Le plan de Hamy, que les moyennes générales faisaient paraître très-correct, perd ici tout son avantage.

Seul le plan alvéolo-condylien conserve partout sa supériorité. On a vu plus haut qu'il est le plus rapproché de la direction horizontale; c'est donc lui qui donne au crâne l'attitude la plus naturelle. On vient de voir, en outre, que c'est lui qui présente le plus de fixité. Il réunit donc tous les avantages, et mérite dès lors d'être adopté comme *le plan cardinal du crâne.*

Objecterait-on contre lui qu'il est, dans la pratique, d'un usage moins commode que certains autres plans, tels, par exemple, que celui de Blumenbach ou de Baer? Il est certainement moins commode que le plan de Blumenbach, mais celui-ci est tellement défectueux, que tous les craniologistes ont dû l'abandonner. Les chiffres consignés sur mon tableau ne donnent qu'une faible idée des variations qu'il présente; j'ai choisi à dessein, pour mes recherches, des crânes pourvus de leurs dents; mais un très-grand nombre de crânes sont édentés, et si on les faisait entrer en ligne de compte, l'étendue des écarts de l'inclinaison de ce plan s'accroîtrait de plus de 5 degrés.

Quant au plan de Baer, il semble, au premier abord, qu'il doive être très-commode dans la pratique, puisque la direction de l'arcade zygomatique s'aperçoit immédiatement sur le profil. Mais cette direction, dans beaucoup de cas, reste incertaine, parce que

le bord supérieur de l'arcade zygomatique est souvent curviligne; et, même dans le cas où il est rectiligne, il faut une certaine attention pour lui donner une direction *exactement* horizontale; on n'y parvient qu'en mesurant la hauteur de ses deux extrémités au-dessus du niveau de la table, ce qui exige l'emploi d'une double équerre ou d'une équerre à branche mobile.

L'orientation dans le plan de Baer n'est donc pas aussi simple qu'on pourrait le croire au premier abord — à moins que l'on ne se contente d'une approximation tout artistique, et la craniologie positive exige quelque chose de plus précis.

Ainsi l'objection que l'on pourrait faire contre le plan alvéolo-condylien, savoir : qu'il n'est pas visible sur le profil et qu'il réclame l'emploi d'un instrument tel que la libelle, le craniostat, ou le craniophore de Topinard, cette objection est tout à fait sans valeur. Le craniostat est d'ailleurs d'une simplicité telle, que c'est à peine s'il mérite d'être appelé un instrument : un petit support cubique en bois, sur lequel reposent les condyles, une pointe horizontale, située dans le plan de la face supérieure de ce support et venant effleurer le point alvéolaire, tel est le craniostat, et chacun peut, sans le secours d'un ouvrier, le construire en quelques minutes. L'appareil une fois construit, il suffit d'y poser le crâne ; en deux secondes, il est orienté, et il n'y a aucun procédé d'orientation qui soit aussi rapide et aussi sûr.

En résumé, je crois avoir montré la supériorité du plan alvéolo-condylien. Mais, comme tous les autres plans, il peut faire défaut sur les crânes incomplets; l'absence des condyles, ou celle de la région alvéolaire, en rendent la détermination impossible. Ces cas sont fréquents surtout dans les séries de crânes préhistoriques, lesquels sont souvent privés de leur face, ou même de leur base. C'est alors qu'on est heureux de pouvoir recourir aux plans de Busk ou de Hamy. On peut hésiter entre ces deux plans; tous deux donnent des moyennes très-acceptables, mais tous deux présentent des écarts assez notables; sous ce dernier rapport, le plan de Busk serait le meilleur; sous le rapport de la direction moyenne, l'avantage reste au plan de Hamy. Ce dernier plan a, en outre, l'avantage d'être beaucoup plus facile à déterminer. Je pense donc qu'il convient d'adopter le plan de Hamy dans les cas où le plan alvéolo-condylien ne peut être reconnu.

SUR

L'HORIZONTALE DU CRANE

(*Bulletins de la Société d'anthropologie, 3e série,* T. I, 1878, p. 343-359).

Discussion entre MM. Schaaffhausen et Broca.

M. SCHAAFFHAUSEN. On regarde une *ligne horizontale* ou base du crâne comme le fondement indispensable de toute la craniométrie. Le grand nombre de *propositions* que l'on a faites à cet égard, démontre combien il est difficile de trouver un tel plan horizontal qui soit convenable à *tous* les crânes.

En vérité il *n'y a pas* une telle ligne entre des points anatomiques du crâne, qui s'accorde avec la position horizontale du crâne sur la colonne vertébrale, ou qui pourrait indiquer cette position.

Il faut dire que la position du crâne est horizontale lorsque le visage est dirigé droit en avant, sans s'élever en haut et sans s'abaisser en bas.

Dans les races civilisées *l'érection de la figure humaine* est plus parfaite que chez les sauvages ; la tête de l'Européen balance sur la colonne vertébrale ; chez les races inférieures, la tête est abaissée un peu dans sa partie antérieure : 1° par le *plus grand développement des mâchoires* par rapport au volume de la partie cérébrale du crâne, et 2° parce que le trou occipital et en conséquence les *articulations du crâne* sont situés plus en *arrière* sur la base du crâne.

Si l'on a mis le crâne d'un Néo-Calédonien ou d'un nègre dans sa position horizontale, le visage dirigé en avant. on trouve qu'une *ligne horizontale* qui s'accorde à la position horizontale d'un crâne européen bien conformé, ne s'accorde plus au crâne du sauvage, chez lequel une *ligne horizontale* commençant, par exemple, du trou de l'oreille, ne coupe pas le *tiers inférieur* de l'orifice nasal comme chez nous, dans la plupart des cas, mais le *bas de la cavité nasale* ou un point du profil humain encore plus bas.

M. Ecker a trouvé égalemenl que la ligne de Gottingue (ou de Baer), qui suit le bord supérieur de l'arc zygomatique, ne s'accorde pas si bien avec la position horizontale du crâne de nègre qu'avec celle du crâne européen.

Sœmmering avait déjà reconnu que le trou occipital du nègre est situé plus en arrière que celui de la race caucasique, et on regardait avec raison,

cette disposition comme une approche à la fixation du crâne bestial sur la colonne vertébrale. Cette approche est augmentée encore par la direction du plan du trou occipital, dont le bord antérieur est moins élevé chez le nègre que chez l'Européen : quelquefois le plan du trou correspond avec le plan horizontal sur les crânes de sauvages, ou il est même élevé avec le bord postérieur, comme M. Ecker l'a dessiné déjà dans son mémoire sur la *Courbure du tube crânien*, en 1871.

La plus grande inclinaison de la partie antérieure du crâne de nègre, qui est plus grande encore chez les anthropoïdes, a pour conséquence que le nègre, s'il élève sa tête pour la balancer sur la colonne vertébrale, a une ligne horizontale qui, commençant d'un point quelconque de la partie postérieure du crâne, coupe le profil de son visage dans un point plus bas que chez l'Européen.

L'*axe orbitaire* de Broca s'accorde assez bien chez beaucoup de crânes au plan horizontal, mais cette concordance manque souvent, parce que l'intétérieur du crâne n'est pas un cône régulier, et le toit de l'orbite varie beaucoup dans sa direction vers le plan horizontal.

Je concède que le *plan alvéolo-condylien* s'accorde mieux à la position horizontale du crâne que le plupart des autres lignes que l'on a proposées, mais cette ligne aboutit à un point qui est très-variable. Les condyles occipitaux sont longs ou courts, ils sont abaissés au-dessous de la base du crâne ou enfoncés dans cette base : c'est la raison pourquoi la ligne alvéolo-condylienne *ne correspond pas*, dans beaucoup de cas, avec le *véritable* plan horizontal d'un crâne.

Dès lors une ligne entre *deux points anatomiques* du crâne humain, qui pourrait indiquer la position horizontale dans laquelle le crâne repose sur la colonne vertébrale, *n'existe pas* comme une ligne valable pour tous les crânes ou pour toutes les races. Le *plan horizontal* des crânes varie avec le développement du crâne, qui est intimement lié à la formation de la figure humaine en général. Au lieu de prendre les mesures des crânes sur la base d'une ligne acceptée comme horizontale, il nous faut chercher et marquer la véritable ligne horizontale d'un crâne et ainsi préparer un *signe nouveau* et important pour la connaissance du degré de développement d'un crâne.

M. Broca. J'ai toujours professé, comme M. Schaaffhausen, qu'il n'existe sur le crâne humain aucune ligne *anatomique* qui ait la propriété d'être constamment horizontale, et je reconnais avec lui qu'il existe des différences ethniques et des différences individuelles, qui font varier plus ou moins la direction absolue de tous les plans crâniens autres que le plan médian.

Mais, si j'ai bien compris la pensée de notre savant collègue, il conclurait de là que les mensurations crâniennes ne doivent pas être rapportées à un plan uniforme, et qu'il faut chercher

pour chaque crâne, ou du moins pour chaque type crânien, le plan horizontal auquel les autres doivent être rapportés. Je ne saurais me ranger à cette opinion. Je considère comme indispensable d'adopter pour les mensurations, comme pour les dessins, des procédés invariables. C'est à cette condition seulement que les faits peuvent être scientifiquement comparables lorsqu'ils sont recueillis par un même observateur, et à plus forte raison par des observateurs différents. Tous les auteurs qui ont écrit sur la question de l'horizontale du crâne, se sont pénétrés de cette pensée ; ils se sont proposé sans doute de chercher un plan qui puisse donner à la tête une direction aussi naturelle que possible ; mais la *fixité anatomique de l'attitude du crâne est plus importante que sa direction.*

Si l'on désire que cette direction soit horizontale, c'est surtout en vue des dessins. Nous sommes habitués à voir la tête de l'homme dirigée d'une certaine manière. Lorsqu'elle ne s'écarte pas beaucoup de cette attitude, nous ne nous en apercevons même pas, parce que nous voyons sans cesse des individus chez lesquels elle varie sous ce rapport ; mais si elle s'en écartait beaucoup, elle choquerait nos regards. Il faut donc que le crâne soit représenté dans une position que notre œil trouve naturelle, et parmi les plans qui ont été proposés comme horizontaux, il en est plusieurs qui répondent le plus souvent à cette indication d'une manière très suffisante.

Mais il y a une seconde indication beaucoup plus importante : c'est le degré de fixité de l'orientation anatomique. Il s'agit donc de chercher, parmi les plans peu éloignés de la direction horizontale, celui qui est le plus fixe, ou, si l'on veut, le moins variable ; ce sera celui-là qui fournira la meilleure base pour les comparaisons scientifiques.

Si nous avions à choisir entre deux plans, dont l'un serait plus rapproché de la direction horizontale, tandis que l'autre, quoique plus incliné, serait moins variable, nous devrions donner la préférence au second, parce que l'exactitude des recherches est plus nécessaire que l'orientation des dessins. Mais s'il se trouvait qu'un plan fût à la fois le moins variable et le plus rapproché de la direction horizontale, ce serait évidemment celui-là qu'il faudrait choisir.

Maintenant, comment reconnaîtrons-nous qu'un plan anatomique est plus ou moins horizontal, et qu'il est plus ou moins variable? Ce n'est pas en le comparant avec les autres plans anatomiques, qui sont variables comme lui. Ce serait tourner dans un cercle vicieux. Mais nous pouvons chercher quelle est la direction de ce plan, lorsque la tête est dans son attitude naturelle.

Or la tête est dans son attitude naturelle lorsque l'homme, debout et en repos, ouvrant simplement les yeux sans contracter ses muscles oculaires, regarde droit devant lui, vers l'horizon. Dans cette position, les objets situés à la hauteur des yeux sont mieux vus que ceux qui sont situés plus haut ou plus bas, ainsi que je l'ai établi par des expériences communiquées à la Société dans la séance du 6 janvier 1873 et dans ce volume, p. 397. C'est donc la position naturelle de la tête : et le plan horizontal de la tête est par conséquent celui qui est déterminé par les deux axes oculaires. Ce caractère, au surplus, n'est pas propre à l'homme ; il est commun à tous les mammifères ; tous, comme lui, regardent naturellement à la hauteur de leurs yeux.

Mais le plan des axes oculaires n'est pas un plan *anatomique*, c'est un plan *physiologique :* on ne peut l'étudier que sur le vivant. Comment le retrouverons-nous sur le squelette? Aucune ligne anatomique ne représente la direction du regard horizontal. Il est clair toutefois que le plan des deux axes orbitaires diffère très-peu de celui des axes oculaires, car d'une part la papille du nerf optique est à peu près sur le même niveau que le trou optique, et d'une autre part le centre de la cornée, dans le regard horizontal, est à peu près à égale distance du bord supérieur et du bord inférieur de l'orbite. Si donc nous introduisons de chaque côté, dans le trou optique, une aiguille assujettie en outre dans le centre de l'ouverture orbitaire, les deux axes orbitaires ainsi obtenus détermineront un plan aussi voisin que possible, par sa position et par sa direction, du plan des axes oculaires.

La position des aiguilles orbitaires qui déterminent le plan biorbitaire est obtenue, comme on sait, à l'aide d'un petit instrument fort simple nommé l'*orbitostat.*

On objecte que le niveau du centre de l'ouverture orbitaire

peut être abaissé ou élevé par suite des variations que présente le développement de l'arcade sourcilière. Mais il faut bien se garder d'exagérer l'influence de ces variations. Le squelette de l'orbite, comme le reste du squelette, s'adapte à sa fonction. Lorsque l'arcade sourcilière s'abaisse, l'axe orbitaire s'abaisse sans doute, mais l'axe oculaire s'abaisse aussi, et la coïncidence du plan biorbitaire et du plan bioculaire tend toujours à se maintenir.

Pour nous en assurer, prenons un crâne humain quelconque, de n'importe quelle race, de n'importe quel âge (pourvu que le sujet ait plus d'un an) ; mettons en place les aiguilles orbitaires rendons le plan biorbitaire horizontal, et alors l'attitude du crâne nous paraîtra toujours naturelle ; puis prenons des crânes de singes, de carnassiers, de ruminants, introduisons-y nos aiguilles orbitaires, rendons encore ces aiguilles horizontales, et nous verrons que les têtes de ces animaux sont plus ou moins inclinées vers le sol, que leur ligne basifaciale est plus ou moins oblique en bas et en avant, et que cette inclinaison est précisément celle qui correspond à l'attitude naturelle de chaque animal; si bien que les monteurs de squelettes peuvent se servir de ce procédé pour donner à la tête des animaux une bonne direction. Rien ne varie pourtant, dans la série animale, comme la conformation des orbites et le degré de développement de leurs bords ; et si, malgré cela, la direction des axes orbitaires reste toujours à peu près la même que celle des axes oculaires, si ces deux directions ne diffèrent jamais l'une de l'autre à un degré qui puisse frapper nos yeux, c'est parce que le squelette de l'orbite et le globe de l'œil sont réellement solidaires, parce que l'orbite, comme je viens de le dire, s'adapte à sa fonction.

Le plan biorbitaire est donc ce qu'il y a de plus fixe et de plus horizontal dans le crâne, puisqu'il représente très approximativement le plan bioculaire invariable qui est le vrai et le seul plan horizontal de la tête.

Mais ce plan n'est pas anatomique, car le centre de l'ouverture orbitaire, qui sert à le déterminer, n'est qu'un point virtuel. L'aiguille orbitaire qui nous en montre la direction n'a aucune solidité ; elle ne peut servir de point d'appui. L'orientation par les axes orbitaires ne peut donc pas être acceptée dans la pratique

de la craniométrie. Mais dans l'étude comparative des divers procédés craniométriques, dans la recherche du plan recteur auquel les autres plans crâniens doivent être rapportés, le plan biorbitaire nous fournit le terme de comparaison dont nous avons besoin. Pour apprécier la valeur d'un plan anatomique, nous le comparerons au plan biorbitaire; nous exprimerons en degrés l'*angle* qu'il fait avec celui-ci; nous verrons que cet angle présente toujours des variations assez étendues, comprises entre un maximum et un minimum, dont la différence constituera un certain *écart*. Plus l'écart sera faible, et plus le plan sera correct au point de vue de la fixité. Puis nous prendrons la moyenne de cet écart dans les diverses séries de crânes, afin d'obtenir l'angle d'inclinaison *moyen* du plan mis à l'étude. Plus cet angle sera petit, et plus le plan sera rapproché de la direction horizontale. Mais, bien entendu, nous ne nous bornerons pas à faire cette étude sur des crânes d'une seule race; nous la répéterons sur des crânes de races très différentes, de manière à connaître l'écart et la moyenne d'abord dans chaque race en particulier, puis dans toutes les races réunies. Nous pourrons ainsi apprécier d'une part le degré de fixité, d'une autre part le degré d'horizontalité de chaque plan crânien.

L'angle qui mesure l'inclinaison d'un plan anatomique sur le plan biorbitaire, est l'*angle coorbitaire* de ce plan anatomique.

Pour faciliter l'étude de l'inclinaison des divers plans crâniens sur le plan biorbitaire, nous avons recours à la méthode trigonométrique. Le plan mis à l'étude étant rendu horizontal par un moyen quelconque, nous voyons les aiguilles orbitaires s'élever si notre plan est oblique vers le bas, s'abaisser s'il est oblique vers le haut. L'angle d'inclinaison est positif dans le premier cas, négatif dans le second. Il se mesure instantanément au moyen de l'équerre trigonométrique, où sont inscrites les valeurs des angles correspondant aux longueurs des sinus, rapportés à un rayon constant de 100 millimètres (voir *Revue d'anthropologie*, 1877, p. 405 et plus loin dans ce volume dans le mémoire *sur l'angle orbito-occipital*).

Ce procédé, dont la précision est géométrique, a l'avantage d'être très-expéditif. Il est au moins cent fois plus expéditif que le procédé graphique qui consiste à faire le dessin géométrique

du crâne à l'aide d'un dessinateur mécanique quelconque, et à tirer sur ce dessin des lignes représentant la direction des divers plans crâniens. Il est même un peu plus sûr, parce que les dessins géométriques se composent de traits assez gros, de sorte que la position d'un point, surtout d'un point d'intersection, peut être aisément abaissée ou élevée de près de 1 millimètre. Cette erreur pourra être beaucoup moindre entre les mains d'un opérateur habile ; mais les soins qu'il y mettra lui feront perdre beaucoup de temps. Je suis loin de vouloir déprécier le procédé graphique ; les milliers de dessins stéréographiques ou diagraphiques dont se composent nos albums prouvent que nous attachons à ce procédé une très grande importance ; le travail que nous y avons consacré est emmagasiné et servira toujours. Mais il est clair que le procédé trigonométrique, dont la précision est au moins égale, est plus simple, plus facile, infiniment plus rapide et par conséquent beaucoup plus commode dans la pratique.

Connaissant par ce procédé l'inclinaison de deux plans sur le plan biorbitaire, on obtient l'angle qu'ils font entre eux en additionnant leurs angles coorbitaires s'ils sont de signes contraires, c'est-à-dire l'un positif et l'autre négatif, et en les retranchant l'un de l'autre s'ils sont de même signe. Tout se réduit donc à la mensuration des angles coorbitaires.

Dans mes Mémoires de 1873 sur le plan horizontal de la tête et sur la méthode trigonométrique, j'ai étudié les angles coorbitaires de tous les plans recteurs qui avaient été proposés et qui étaient au nombre de 15. Je ne reproduirai pas ici tous les résultats que j'ai obtenus alors, et qui sont résumés dans un tableau publié à la page 551 des *Bulletins de la société d'anthropologie* pour 1873 et dans ce volume p. 442. Je laisserai d'abord de côté les plans qui s'écartent beaucoup de la direction horizontale, quand même ils auraient, comme le plan naso-basilaire d'Aeby, l'avantage d'être assez peu variables. Ces plans donnent au crâne une attitude très-inclinée et inacceptable ; ils sont d'ailleurs inférieurs, au point de vue de la fixité, à certains plans beaucoup plus rapprochés de la direction horizontale.

Ne considérant donc que les plans assez voisins de l'horizontale pour donner, sinon toujours, du moins habituellement,

au crâne une attitude à peu près satisfaisante pour l'œil, — laissant de côté le plan de Barclay, qui n'a plus de partisans, et le plan de mastication, qui n'est pas applicable aux crânes édentés, — supprimant enfin les maxima et les minima pour simplifier les comparaisons, — j'extrais les chiffres suivants du tableau général que j'ai publié en 1873 :

ANGLES COORBITAIRES DES PLANS CRANIENS.

1° *Moyennes mesurant le degré d'horizontalité.*

Désignation des plans.	Moyenne générale.	Moyenne caucasique.	Moyenne Mongolique.	Moyenne éthiopique.
Alvéolo-condylien...	+ 0.88	— 0.90	+ 3.65	— 0.10
De Hamy..........	+ 0.97	— 1.83	+ 1.96	+ 2.77
De Busk............	— 1.81	— 4.76	— 0.72	+ 0.05
De Camper.........	+ 4.68	+ 2.29	+ 8.86	+ 2.92
De Blumenbach.....	+ 6.09	+ 3.21	+ 8.54	+ 6.53
De Baer............	— 6.51	— 8.88	— 5.99	— 4.66
De Merkel..........	— 7.96	— 9.52	— 6.90	— 7.48

2° *Ecart mesurant le degré de fixité*

	Ecart général.	Ses limites max.	Ses limites min.	Ecart dans chaque série. Caucasique.	Mongolique.	Ethiopique.
Alvéolo-condylien .	12.65	+ 8.63	— 4.02	5.73	8.63	7.46
De Baer...........	17.32	+ 3.44	—13.88	7.74	12.08	16.74
De Merkel.........	17.49	— 0.57	—18.06	12.32	12.73	12.17
De Busk..........	19.61	+ 6.31	—13.30	15.59	8.60	11.47
De Camper.......	19.68	+15.66	— 4.02	13.81	15.66	9.78
De Blumenbach....	22.56	+15.66	— 6.89	15.72	12.22	15.55
De Hamy........ .	23.65	+11.53	—12.12	17.28	13.24	14.36

Les chiffres consignés sur ce tableau sont loin, sans doute, d'être définitifs ; ils ne reposent que sur l'étude de 12 crânes de chaque type. Des séries plus longues auraient donné certainement des écarts plus considérables, probablement aussi des moyennes un peu différentes, et je pense qu'il sera bon de reprendre, de compléter et de contrôler ces recherches. L'ordre suivant lequel j'ai rangé les divers angles coorbitaires pourra donc être quelque peu interverti, mais la distance qui existe entre les trois premiers et les quatre derniers est assez grande pour qu'il soit extrêmement probable qu'elle ne sera pas franchie et que nos principales conclusions se maintiendront.

Parmi les plans qui précèdent, il en est plusieurs qui ne sont

pas aujourd'hui en question. Le plan de Hamy ou plan glabello-lambdoïdien, qui est bon sur les moyennes, est le plus variable de tous. M. Hamy ne l'a proposé d'ailleurs que pour l'orientation des dessins des crânes privés de face ; c'est alors une ressource très-précieuse, mais il est réservé exclusivement pour ce cas spécial.

Le plan de Busk, bon sur les moyennes, et passable au point de vue de la fixité, pourrait soutenir le parallèle, s'il n'était pas incommode dans la pratique. Le vrai plan de Busk n'est pas horizontal, mais vertical ; il passe par le bregma et les deux conduits auditifs externes ; ce n'est donc pas son inclinaison que nous avons mesurée, mais celle du plan qui lui est perpendiculaire. Pour cela, nous avons dû fixer le crâne dans une position telle que le plan de Busk fût parfaitement vertical. Or, cette opération est longue et vraiment délicate, si l'on veut qu'elle soit précise. La même objection s'applique aussi à d'autres plans, mais à un moindre degré. Le plan de Busk est certainement le plus difficile à orienter de tous les plans crâniens. Aussi ne compte-t-il que peu de partisans, et il ne paraît pas probable qu'il puisse entrer dans la pratique usuelle.

Le plan sur lequel Blumenbach dessinait sa *norma*, c'est-à-dire le plan de la table sur laquelle on laisse le crâne s'orienter tout seul, ne figure ici que comme terme de comparaison. Il varie suivant que le crâne a les dents longues ou courtes, ou qu'il est édenté, suivant que les apophyses mastoïdes sont plus ou moins fortes, etc. C'est parce que les craniologistes ont reconnu la grande variabilité de ce plan qu'ils y ont renoncé, et qu'ils se sont mis à la recherche de quelque chose de plus correct. Cette variabilité est d'ailleurs bien plus grande dans la pratique qu'elle ne paraît l'être d'après notre relevé, où nous n'avons fait figurer que des crânes pourvus de toutes leurs dents, et on sait que dans les musées la majorité des crânes sont plus ou moins édentées. Ce plan est donc le plus mauvais de tous.

Le plan de Camper ne vaut pas beaucoup mieux. Mais je me dispenserai de l'argumenter, parce que, s'il est encore usité aujourd'hui par quelques dessinateurs, il ne l'est plus par les craniologistes.

Il ne reste donc plus à comparer que trois plans· *le plan al-*

véolo-condylien, qui est généralement adopté en France; le *plan de Baer*, dit encore *plan de Gottingue*, qui est le plus répandu en Allemagne, et le *plan de Merkel*, qui a été proposé pour remédier à certains inconvénients du plan de Baer, et qui d'ailleurs n'en diffère que très-peu.

On sait que le plan de Baer est déterminé par la ligne qui suit, de chaque côté du crâne, le bord supérieur de l'arcade zygomatique. Cette ligne, n'étant pas toujours droite, et présentant, lorsqu'elle est courbe, des formes assez variables, a été considérée comme un guide incertain. C'est pour cela que M. Merkel l'a remplacée par une ligne menée du centre du méat auditif au bord inférieur de l'orbite, ligne presque parallèle à celle de Baer, mais cependant un peu plus relevée. Mais, pour remédier à l'inconvénient pratique que l'on reproche à la ligne de Baer, il n'est pas nécessaire de la changer. Il suffit, au lieu de tirer la ligne en suivant le bord supérieur de l'arcade zygomatique, de la déterminer par la position de ses deux points extrêmes, à l'aide de la double équerre ou de la glissière renversée, qui remplit parfaitement dans ce cas le rôle de la double équerre. C'est par ce procédé que j'ai étudié la direction du plan de Baer; l'orientation en devient alors tout aussi sûre et tout aussi facile que celle du plan de Merkel. La correction faite par M. Merkel n'est donc pas utile, et notre tableau montre qu'elle est défectueuse, puisque le plan de Merkel s'écarte sensiblement plus de l'horizontale que celui de Baer.

Comparons donc maintenant le plan de Baer avec le plan alvéolo-condylien. Considérant d'abord les moyennes, nous voyons que l'angle coorbitaire du plan alvéolo-condylien est en moyenne positif, et que l'angle coorbitaire du plan de Baer est en moyenne négatif; cela veut dire que lorsque les aiguilles orbitaires sont horizontales, la ligne alvéolo-condylien s'abaisse en avant, tandis que la ligne de Baer remonte; mais la première s'abaisse peu, sous un angle moyen de + 0,88, tandis que la seconde remonte beaucoup, sous un angle moyen de — 6,51. Le plan alvéolo-condylien est donc beaucoup plus voisin que l'autre de la direction horizontale. Cet avantage n'existe pas seulement sur les moyennes générales, il se maintient sur chacune des trois moyennes partielles d'où ces moyennes sont tirées. Voilà ce qui concerne le premier caractère, celui de l'horizontalité.

Le second caractère, celui de la fixité, donne encore un avantage notable au plan alvéolo-condylien. L'écart général de son angle coorbitaire est de 12°,65 et celui de l'angle coorbitaire du plan de Baer s'élève à 17°,32. Ici encore l'étude des séries partielles montre que l'avantage reste toujours au plan alvéolo-condylien. Il est bon de remarquer qu'après le plan alvéolo-condylien, le plan de Baer est le plus fixe de tous les plans crâniens, de tous ceux du moins qui se rapprochent de la direction horizontale ; car si nous considérons les plans plus obliques, nous trouverons que le plan de Daubenton (de l'opisthion au bord inférieur de l'orbite), plan dont la moyenne est de — 15°,88, ne donne qu'un écart de 16°,59, et que le plan naso-basilaire d'Aeby, dont la moyenne est de — 31°,26, ne donne qu'un écart de 16°,38. Mais ces deux plans sont évidemment trop éloignés de la direction horizontale pour que l'on puisse déterminer d'après eux l'attitude du crâne. Disons donc que, parmi les plans peu éloignés de l'horizontalité, les deux plans les plus fixes sont le plan alvéolo-condylien et le plan de Baer ; et comme le caractère de la fixité est plus important que tout autre, nous pouvons en conclure que ces deux plans sont les meilleurs de ceux que nous avons étudiés. C'est donc entre eux que nous avons à choisir. Or le plan alvéolo-condylien, déjà bien préférable au point de vue de la direction, a sur son rival une supériorité décisive au point de vue de la fixité.

De la réunion des deux caractères que je viens d'étudier découle une conséquence qui n'est pas sans intérêt. J'ai déjà dit qu'il est très-désirable que l'attitude donnée au crâne par un plan anatomique nous paraisse bonne, qu'elle ne choque pas le regard. Notre œil sous ce rapport n'est pas bien difficile, il y a pourtant une limite au-delà de laquelle il n'est plus satisfait. Or, cette limite est très-rarement dépassée lorsqu'on oriente le crâne dans le plan alvéolo-condylien, tandis qu'elle l'est assez souvent lorsqu'on se sert du plan de Baer. Cela se conçoit sans peine, si l'on songe que l'angle coorbitaire de ce dernier plan est plus grand en moyenne, et qu'il présente en outre des écarts plus étendus. Les cas où les variations individuelles de l'attitude dépassent les limites que notre œil est habitué à supporter sont donc beaucoup plus communs.

Il y a un autre côté de la question, qui, sans avoir la même importance scientifique, offre une importance pratique très-digne d'attention. Il ne suffit pas de savoir quelle est l'attitude à donner au crâne; il faut encore que cette attitude puisse être obtenue aisément et sans erreur. Examinons donc à ce point de vue le plan alvéolo-condylien et le plan de Baer.

Sur le craniostat, sur le craniophore du stéréographe et plus simplement encore sur le craniophore de Topinard, on horizontalise en un clin d'œil le plan alvéolo-condylien : ce plan, en effet, est déterminé par trois points seulement : les deux condyles et le point alvéolaire. Posez les deux condyles sur un support quelconque, amenez le point alvéolaire sur le même niveau, et le crâne se trouve orienté. Il l'est d'autant plus aisément que le support lui-même fournit les deux premiers point de repère; il n'y a donc plus qu'à s'occuper de la position du troisième.

Mais le plan de Baer n'est pas dans le même cas. Le support, de quelque nature qu'il soit, sur lequel repose le crâne, ne sert pas à l'orientation ; il ne fournit qu'un point d'appui. Les points de repère du crâne sont sur les côtés du crâne. Ce sont les deux points extrêmes des bords supérieurs des deux arcades zygomatiques. Je sais bien qu'on se borne ordinairement à horizontaliser l'une des deux lignes de Baer en s'assurant que les deux extrémités de cette ligne sont sur un même niveau. Mais cela ne suffit pas: une ligne ne détermine pas un plan ; c'est bon pour un dessin en projection orthogonale, où une ligne représente un plan perpendiculaire au plan du papier, et ne peut représenter par conséquent qu'un seul plan. Mais dans l'espace, dans la géométrie à trois dimensions, il y a une infinité de plans qui passent par une même ligne, et un plan n'est déterminé que lorsqu'il passe en outre par un point situé en dehors de cette ligne, ou par une seconde ligne parallèle à la première. Le plan de Baer n'est donc pas orienté lorsque l'une des deux lignes de Baer est horizontale; ces deux lignes étant parallèles, l'horizontalité de l'une entraîne l'horizontalité de l'autre, mais voilà tout, et le plan ne sera horizontal que lorsque ces deux lignes parallèles seront exactement sur le même niveau. Par conséquent, lorsque l'on s'est assuré que la ligne zygomatique droite est horizontale, lorsqu'on a établi le crâne dans cette position, il faut mesurer

exactement la hauteur de la ligne au-dessus du plan de la table, puis passer au côté gauche du crâne et voir si la ligne gauche est à cette même hauteur. Cela n'a lieu que par hasard; le plus souvent la seconde ligne est trop basse ou trop haute; on s'efforce de faire disparaître cette inégalité en inclinant ou relevant le crâne de quelques millimètres; mais ce qui abaisse l'un des côtés du crâne relève l'autre, et, après avoir mis la ligne gauche à la hauteur que l'on suppose juste, il faut revenir à la droite pour voir si l'on est resté en deçà du but ou si on l'a dépassé. Ce n'est qu'après une série de tâtonnements assez longs que l'on obtient une orientation correcte. On arriverait beaucoup plus rapidement au même résultat à l'aide d'un instrument muni de quatre pointes mobiles qui serviraient à fixer plus ou moins solidement le crâne, mais qui nuirait considérablement à la facilité de la craniométrie et de la craniographie. L'emploi correct du plan de Baer est donc infiniment moins facile et moins rapide dans la pratique que celui du plan alvéolo-condylien.

Si cette infériorité pratique n'a pas frappé les partisans du plan de Baer, c'est parce que beaucoup d'entre eux ne se sont pas préoccupés du *plan*, mais seulement de la *ligne* de Baer, et parce qu'ils se sont bornés à horizontaliser cette ligne de l'un ou l'autre côté, sans songer qu'après cela le crâne penche presque toujours vers la droite ou vers la gauche et que par conséquent il n'est pas horizontal. Il est clair qu'en se contentant de cette orientation imparfaite, on supprime les tâtonnements, et qu'on gagne beaucoup de temps, mais aux dépens de l'exactitude.

On m'a quelquefois répondu que cette inclinaison latérale n'est jamais bien forte, — car si elle l'était elle sauterait aux yeux et on y remédierait aussitôt en redressant un peu le crâne, — et que lorsqu'elle est assez faible pour n'être pas évidente, cela veut dire que le plan de Baer est sinon tout à fait horizontal, du moins *à peu près* horizontal. Cela est vrai, mais je réponds à mon tour que, si l'on devait se contenter d'un *à peu près*, il ne vaudrait pas la peine de discuter la valeur des divers plans; tous seraient également bons, ou plutôt, également mauvais.

Les difficultés pratiques que fait naître l'application exacte du procédé d'orientation par le plan de Baer constituent donc une objection sérieuse contre l'emploi de ce plan, car on ne saurait

trop répéter que les recherches craniométriques ne sont valables que par le nombre des observations et qu'elles exigent par conséquent des procédés rapides.

En résumé, le plan alvéolo-condylien a sur le plan de Baer les avantages suivants :

1° Il est en moyenne beaucoup plus rapproché de l'horizontalité ;

2° Les cas où l'orientation par le plan alvéolo-condylien n'est pas satisfaisante pour l'œil sont très-exceptionnels ; ceux où le crâne orienté suivant le plan de Baer est manifestement dans une fausse attitude sont beaucoup plus communs ;

3° Le plan alvéolo-condylien est notablement plus fixe que le plan de Baer, qui est toutefois après lui le plus fixe de tous les plans crâniens ;

4° Enfin, au point de vue de la commodité et de la rapidité des recherches craniologiques, le plan alvéolo-condylien a une supériorité très-grande.

Si M. le professeur Schaafhausen voulait bien me faire l'honneur de passer avec moi quelques heures dans mon laboratoire, je serais heureux de répéter devant lui les expériences comparatives dont je viens de parler.

M. Schaafhausen. Je partage l'opinion de M. Broca. L'attitude dans laquelle le regard aurait une direction horizontale est celle qu'il convient d'imprimer au crâne, en prenant pour base soit une ligne, soit un plan. Cette précaution est nécessaire pour que les mensurations soient correctes et comparables. M. Broca a dit que l'horizontalité de la ligne orbitaire, prise au point de repère, amène le crâne à la position qu'il occupe par rapport à la colonne vertébrale lorsque le regard est fixé horizontalement. Je ferai remarquer qu'à cet égard, il existe une différence essentielle entre les crânes selon qu'ils appartiennent à une race inférieure ou supérieure.

Le crâne d'une conformation inférieure et celui qui provient d'un homme civilisé doivent être distingués l'un de l'autre si l'on veut déterminer la loi, de conformation et de développement dans le sens vertical du visage humain. Je sais parfaitement que personne n'a, avec plus de succès que M. Broca étudié les rapports anatomiques qui concernent la face ; mais c'est Sœmmering qui, le premier, a fait un rapprochement entre la conformation du crâne chez le nègre et le singe.

Il n'est pas difficile de donner à chaque crâne la position horizontale, mais il est impossible de donner à la mensuration du crâne une exactitude géométrique.

Je concède à M. Broca qu'un caractère *physiologique*, la direction du regard, soit la seule base que l'on possède pour déterminer l'attitude horizontale du crâne ; mais je nie que l'axe orbitaire ne soit pas une ligne anatomique, par la raison qu'elle passe par un point à égale distance des deux bords supérieur et inférieur de l'orbite. Elle est donc influencée par la conformation de l'orbite et elle ne reproduit pas exactement la direction du regard horizontal.

J'ai la ferme espérance que la discussion aura pour effet d'établir, sur les points qui nous séparent encore, une conformité d'opinion.

SUR

LA MÉTHODE ORTHOGONALE

DE M. IHERING

(*Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 3e série. T. III, 1880, p. 357-362.)

A la séance du 15 avril 1880, M. Topinard donna lecture d'une communication de M. Meyer (de Dresde) sur l'ethnologie de la Nouvelle-Guinée. M. Meyer envoyait en même temps trois moulages de crânes de ce pays, et à ce propos M. Topinard entama une discussion sur la méthode orthogonale de M. Ihering. Ces crânes, en effet, appartenaient à une série de 135 crânes papouas, mesurés à l'aide de cette méthode, et M. Topinard ayant refait les mensurations à l'aide de la méthode ordinaire, constata des écarts considérables entre les deux séries de chiffres. Les résultats ne sont donc nullement comparables. Nous ferons d'ailleurs abstraction des chiffres; mais chemin faisant, M. Topinard donne la description de la méthode d'Ihering, et nous citerons ce passage, nécessaire à la compréhension de ce qui va suivre :

« En deux mots, voici la méthode de Ihering, conçue évidemment dans un bureau et non au laboratoire. Elle veut qu'on prenne les diamètres principaux par la méthode des projections, et qu'on inscrive le crâne dans un cube, à l'aide de six plans qui se rapprochent dans l'instrument imaginé à l'appui. Mais la difficulté, en supposant le principe admis, était de prendre les projections à part de la face du crâne, de ne pas mélanger les éléments appartenant à l'un ou à l'autre et de pouvoir en éliminer certains tout à fait accidentels, étrangers à la conformation générale cherchée. L'auteur de la méthode et de l'instrument, réalisé sur le papier longtemps avant d'avoir été transporté dans la pratique, ne l'a nullement prévue.

« La première condition, du reste, pour prendre une projection quelconque, est de s'entendre sur le plan ou la ligne d'orientation uniforme à adopter pour le crâne. Et l'on en est loin en Allemagne. Depuis le congrès de Gœttingue, où l'on est censé s'être mis d'accord, les plans les plus divers ont été employés. En réalité, on ne s'y rend pas compte de la précision nécessaire dans la détermination de ce plan, et chacun fait à peu près à son gré, suivant son sentiment. Dans les livres, cependant, on y parle des plans

de Baer, de Camper, de Lucæ, de Merckel. C'est ce dernier que M. Ihering a adopté pour l'orientation du crâne dans l'emploi de sa méthode; mais rien dans la construction de son instrument ne donne à penser qu'il ait songé que cette orientation très exacte est la condition première de sa méthode. Le plan de Merckel, je le rappelle, va du trou auditif au bord inférieur de l'orbite.

« J'ai tenu, en effet, non seulement à voir l'instrument fonctionner entre les mains des personnes qui s'en étaient auparavant servies, mais encore à m'en servir moi-même. J'ai d'abord constaté qu'il fallait mettre beaucoup de soin dans son maniement très délicat. Il n'y a rien qui prévoit l'orientation du crâne; il faut aviser aux moyens. Les plans latéraux, en se rapprochant, rencontrent les arcades zygomatiques; même en ajoutant des lames de verre, dont on soustrait ensuite l'épaisseur, les plans rencontrent la saillie, dite *esthonienne* en souvenir d'une discussion qui jadis eut lieu dans cette enceinte, du prolongement de la racine de l'arcade zygomatique. »

M. Paul Broca. Je partage complétement l'avis de M. Topinard sur l'insuffisance de la méthode orthogonale, adoptée par M. Ihering à l'exclusion de toute autre, et sur les erreurs énormes qui peuvent en résulter; mais je pense que c'est seulement par abréviation que notre collègue a appelé *française* la méthode ordinaire, qu'il oppose à la méthode de Ihering. Il a voulu dire par là que c'est la méthode usitée en France; elle l'est aussi partout ailleurs; c'est celle qui a été employée dès l'origine; le premier qui a voulu connaître les dimensions d'un crâne y a eu recours tout naturellement, et il ne pouvait en être autrement, puisqu'elle consiste à mesurer directement les lignes crâniennes en appliquant un compas sur leurs deux extrémités. Si donc on veut lui donner un nom, il faut l'appeler la *méthode générale*, encore bien que le choix des points de repère puisse en faire varier les résultats. Ainsi ceux qui veulent connaître la longueur du crâne mesurent tantôt le diamètre antéro-postérieur maximum, tantôt le diamètre glabello-iniaque, ou le diamètre iniaque; mais tous se proposent de mesurer directement sur le crâne la distance comprise entre deux points ou deux parties du crâne. J'ajoute que ces divergences tendent de plus en plus à disparaître et qu'on est à peu près unanime, aujourd'hui, à représenter la longueur du crâne par la ligne appelée *diamètre antéro-postérieur maximum*.

Au lieu de cela, que fait M. Ihering? Il rapporte toutes les

lignes crâniennes à trois plans cardinaux : l'un horizontal, l'autre vertical, le troisième transversal ; il juge inutile de mesurer ces lignes elles-mêmes ; il lui suffit de mesurer leurs projections sur l'un des plans cardinaux. Ainsi, pour lui, la longueur du crâne n'est pas notre diamètre antéro-postérieur : c'est la distance comprise entre les deux perpendiculaires abaissées, des deux extrémités de ce diamètre, sur le plan horizontal. Or, cette projection est toujours plus courte que le diamètre qu'elle représente, car on sait que celui-ci est toujours oblique. Son inclinaison, par rapport à l'horizon, est d'ailleurs très variable ; elle est souvent inférieure à 20 degrés, elle s'élève quelquefois jusqu'à 33 degrés, et ces variations dépendent beaucoup moins de l'architecture générale du crâne que de la conformation particulière de l'écaille occipitale. Suivant que celle-ci est plus ou moins bombée, le diamètre antéro-postérieur se rapproche du lambda ou de l'inion ; il peut même, cela se voit assez souvent, aboutir à l'inion même, et il suffirait quelquefois de modifier *très légèrement* la forme de l'écaille occipitale pour faire monter ou descendre de plusieurs centimètres l'extrémité postérieure du diamètre antéro-postérieur maximum ; de sorte que, sur deux crânes d'ailleurs très semblables l'un à l'autre, l'inclinaison de ce diamètre peut différer de plus de 10 degrés. Or, la réduction qu'il subit par suite de la projection est d'autant plus considérable que son inclinaison est plus forte. Cette réduction n'est quelquefois que de 4 millimètres ; elle peut s'élever à 11 millimètres et même au-delà. La projection ne donne donc aucune idée de la longueur réelle du diamètre antéro-postérieur.

D'un autre côté, le diamètre transversal du crâne est horizontal ; sa projection est donc égale à lui-même.

Si maintenant on veut établir le rapport de ces deux projections pour connaître l'indice céphalique, il est clair qu'on obtiendra un indice beaucoup trop fort, puisque le numérateur de la fraction ne sera pas changé, tandis que son dénominateur sera considérablement diminué. Par exemple, si le diamètre longitudinal du crâne est de 180 millimètres et son diamètre transversal de 140 millimètres, l'indice céphalique ordinaire sera de 77.77 ; mais, si la projection du premier de ces diamètres se réduit à 170 millimètres, l'indice obtenu s'élèvera à 82,35 et se trouvera

par conséquent accru de 5.42 pour 100. Je parle du cas où l'on se servirait des projections pour déterminer des indices, et où l'on confondrait ces indices avec nos indices ordinaires. M. Ihering n'a pas fait cette confusion ; mais il résulte de la communication de M. Topinard qu'elle aurait été faite par d'autres observateurs. Il me paraît donc nécessaire d'en signaler la gravité.

Quant aux projections elles-mêmes, ce n'est pas moi qui en contesterai l'utilité. S'il y avait une méthode que l'on dût appeler *française*, ce serait celle-là, car je crois l'avoir fait connaître le premier en 1862, dans mon mémoire *Sur les projections de la tête et sur un nouveau procédé de céphalométrie* (*Bull.* de 1862, p. 514-544 et dans P. Broca, *mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 79). Le craniographe, que j'avais décrit l'année précédente (*Bull.* de 1861, p. 675 et suiv., et *Mém. de la Soc. d'anthrop.*, 2e série, t. I, p. 349-378 et dans P. Broca, *mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 42), n'était qu'un instrument de projection. Il ne donnait pas, comme le stéréographe que j'ai fait construire depuis, le dessin complet du crâne, mais seulement un contour extérieur qui fournissait les points de repère pour le tracé des lignes crâniennes et pour la construction géométrique de leurs projections. Les cinq cents dessins craniographiques, qui forment cinq grands volumes déposés dans le laboratoire, datent pour la plupart de cette époque. Sur tous ces dessins, les principales projections du crâne ont été tracées à l'équerre en traits de diverses couleurs, mesurées et comparées aux lignes crâniennes correspondantes. Depuis lors, j'ai eu constamment recours à la méthode des projections ; la *planche à projection* est l'un des instruments les plus usuels du laboratoire ; l'étude des deux projections, antérieure et postérieure, fait partie de la craniologie la plus élémentaire ; elle est recommandée dans nos Instructions ; et M. Topinard, en inventant son craniophore, n'a fait en réalité qu'appliquer la méthode des projections, car ses indices de prognathisme ne sont que les rapports de la projection horizontale des lignes du profil à leur projection verticale.

M. Ihering a été frappé, à son tour, de l'utilité de la méthode des projections. Il a même cru qu'elle pouvait répondre à tous

les besoins de la craniométrie, il a écrit pour le prouver un très savant mémoire dans lequel il a proposé d'abandonner toutes les autres mensurations et qu'il a intitulé : *Réforme de la craniométrie.* Ce serait en effet une grande réforme, et je reconnais que, pour des mathématiciens consommés, l'étude des projections d'un corps permet d'en retrouver tous les caractères à l'aide de la géométrie descriptive et de la trigonométrie. Mais je pense aussi que, lorsqu'on a ce corps entre les mains, lorsqu'on peut l'étudier et le mesurer tout à son aise, il n'y a pas lieu de renoncer aux mensurations directes.

Au surplus, je ne vois pas que M. Ihering ait appliqué la méthode des projections dans les conditions propres à remonter géométriquement des projections aux lignes crâniennes, car il ne mesure pas l'angle d'inclinaison de ces lignes sur le plan horizontal qu'il a choisi ; il ne mesure pas non plus les hauteurs de leurs deux extrémités au-dessus de ce plan ; il n'a donc aucun moyen de retrouver les lignes crâniennes, dont il mesure seulement les projections. Ainsi un crâne scaphocéphale dont le diamètre longitudinal est très long, mais très oblique, lui donnera la même largeur qu'un crâne normal beaucoup plus court. Cette obliquité très variable du diamètre longitudinal que j'ai pris pour exemple, n'est pas la seule incertitude de la méthode de l'auteur. Il y a une autre incertitude, plus grande encore parce qu'elle est générale, résultant du choix du plan de projection horizontale. M. Ihering a choisi le plan de Merckel, qui passe par le centre des deux conduits auditifs et par le bord inférieur des orbites. Mais si l'on adopte un autre plan, les résultats seront changés, puisque les projections seront différentes. Il faudrait exiger d'abord que tout le monde adoptât le plan de Merckel ou, à sa place (car ce plan est l'un des plus fidèles), que tout le monde s'entendît, *ne varietur*, sur le choix d'un plan horizontal. C'est par cette réforme que M. Ihering aurait dû commencer. Mais tant que les discussions continueront sur ce sujet, — et elles ne semblent pas près de s'éteindre, — la méthode des projections ne pourra prétendre à régir toute la craniologie et à se substituer à tous les autres moyens d'étude.

Cette exagération ne peut que nuire à l'emploi d'une méthode

qui est, suivant moi, un complément très utile de la méthode directe, mais qui n'en est que l'auxiliaire. Les projections permettent de déterminer certains rapports très importants que ne ferait pas connaître la mensuration directe. Ces déterminations varient sans doute suivant l'orientation qui a été choisie pour le crâne, mais les divergences qui se produisent sur des points secondaires ont peu d'inconvénients, car on peut les ramener à un même type par des transformations de coordonnées qui, ne s'appliquant qu'à un petit nombre de lignes, n'exigent pas beaucoup de travail; tandis que si les projections sont la base primaire, essentielle de toute craniométrie, les calculs de la transformation des coordonnées devront s'appliquer à toutes les lignes et le travail sera très considérable.

Personne, je suppose, ne m'accusera de repousser l'emploi des méthodes géométriques en craniologie. Ç'a été le but constant de mes efforts d'ajouter à la craniométrie élémentaire du compas et du ruban les faits constatés par des moyens empruntés à la géométrie. Mais je n'ai jamais admis que ces procédés mathématiques fussent appelés à jouer un rôle exclusif ni même un rôle principal. Ils ne doivent porter aucune atteinte à la craniométrie élémentaire, qui se pratique avec des instruments très simples, et qui est à la portée de tout le monde. La plupart des observateurs s'en contentent, et arrivent ainsi à connaître à un degré suffisant la plupart des caractères importants du crâne. Toutefois, lorsque cette étude directe est achevée, on ne peut pas dire que le crâne soit connu complétement. Alors, ceux qui veulent aller plus loin trouvent dans la géométrie un auxiliaire précieux, ils ne reculent pas devant l'emploi de procédés compliqués, d'instruments précis, de calculs longs et difficiles. Mais ce n'est pas par là qu'on commence; c'est par là qu'on finit. Agir autrement, c'est mettre la charrue avant les bœufs.

SUR LE CRANIOGRAPHE

ET SUR LA DÉTERMINATION DE PLUSIEURS ANGLES NOUVEAUX NOMMÉS ANGLES AURICULAIRES.

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, t. II, 1861, p. 673-680.)

M. Broca montre un instrument qu'il a fait construire pour dessiner, avec une précision géométrique, les principales courbes du crâne, et spécialement la courbe antéro-postérieure.

Cet instrument se compose de deux parties distinctes : le *craniographe* et le *craniophore*.

Le *craniophore* est destiné à immobiliser le crâne dans une position déterminée, et à le tenir suspendu au-dessus de la table, de telle sorte que presque tous les points de sa surface puissent être atteints avec une aiguille horizontale. Il se compose d'une tablette rectangulaire horizontale qui sert de pied, et du milieu de laquelle s'élève perpendiculairement une tige de bois cylindrique-elliptique, dont les diamètres sont un peu inférieurs à ceux du trou occipital. Cette tige, longue de 30 centimètres et terminée en une extrémité un peu arrondie en arrière, est destinée à pénétrer dans le trou occipital, jusqu'à ce qu'elle arrive au contact de la paroi supérieure du crâne. Lorsque le crâne est placé sur la tige, il est suspendu à environ 15 à 18 centimètres au-dessus de la tablette horizontale, mais il n'est pas encore en équilibre, et il suffit de la moindre pression pour le faire basculer en tous sens. On le rend immobile au moyen de deux crochets métalliques, qui pénètrent dans les deux conduits auditifs externes, et qui vont se fixer en bas et un peu en arrière par une virole métallique, entourant la partie inférieure de la tige de bois, et pouvant glisser le long de cette tige. La longueur des

crochets étant invariable, il est nécessaire que la virole où ils s'attachent puisse monter ou descendre, suivant que le crâne est plus ou moins haut, et plus ou moins large.

Le crâne étant posé sur la tige de bois, on lui donne avec la main la direction voulue, puis on introduit les crochets dans les deux conduits auditifs, on les fixe avec deux vis de rappel, et on obtient ainsi une solidité parfaitement suffisante.

La position qu'on donne au crâne avant de le fixer doit être telle que sa face inférieure soit horizontale. On s'en assure avec une équerre ou par tout autre moyen. Les deux crochets étant parfaitement symétriques, on est certain que l'axe biauriculaire est exactement transversal, et que l'axe antéro-postérieur du crâne est compris dans le plan médian du craniophore, et comme le pied de celui-ci est rectangulaire, il suffit de considérer la direction de l'un des bords de ce rectangle pour connaître avec précision la direction des trois axes de la tête.

Le *craniographe* se compose des pièces suivantes :

1° Une *table horizontale* en bois épais, rectangulaire, longue de 40 centimètres, large de 30, sur laquelle on fixe à volonté le pied du craniophore, au moyen d'un ressort à pression. Une série de lignes, parallèles au grand côté du rectangle, permettent de donner, sans tâtonnement, au pied du craniophore une direction exactement parallèle ou exactement perpendiculaire à celle du grand côté de la table du craniographe.

2° Du milieu de l'un des grands côtés de cette table s'élève un large *montant en bois*, haut de 45 centimètres, sur lequel est fixé un *écran de carton* perpendiculaire au plan de la table. On fixe sur cet écran, soit avec des épingles, soit avec de grandes serres-fines, la feuille de papier sur laquelle le dessin doit être tracé.

3° L'extrémité supérieure du montant en bois supporte une *potence horizontale* en fer, longue de 12 centimètres, dont la direction est perpendiculaire à celle de l'écran.

4° Sous cette potence s'attache un *levier articulé* composé de deux pièces. La pièce supérieure s'articule avec la potence, et tourne autour d'un axe horizontal perpendiculaire à l'écran. La seconde pièce s'articule avec la première, suivant un axe de rotation parallèle au précédent ; à l'autre extrémité, ou extrémité

libre de cette seconde pièce, est fixé un tube métallique ou *porte-crayon*, du volume d'une plume à écrire, parallèle au second axe de rotation, et par conséquent au premier : de quelque manière qu'on manie l'instrument, l'axe du porte-crayon reste donc toujours parallèle à lui-même, et perpendiculaire au plan de l'écran.

5° Enfin, le porte-crayon reçoit la *tige traçante*, qui a environ 22 centimètres de longueur, et qui présente deux extrémités, l'une interne, dirigée vers l'écran, l'autre externe, dirigée en dehors. L'extrémité interne se termine en crayon; l'autre supporte une aiguille d'acier, longue de 3 à 4 centimètres, dont le diamètre ne doit pas dépasser 1 millimètre. La pointe du crayon est sur le prolongement de l'axe de cette aiguille, de telle sorte que le crayon, poussé par un ressort à boudin, dessine sur l'écran l'exacte projection des lignes parcourues par le sommet de l'aiguille.

Cela posé, lorsqu'on veut dessiner l'une des courbes du crâne, on place le craniophore dans une direction telle que le plan de cette courbe soit parallèle à l'écran, à une distance égale à la longueur de la tige traçante. Celle-ci, promenée d'une part sur tous les points de la courbe, dessine d'autre part sur l'écran un trait continu qui en est la projection, projection faite sur un plan parallèle, et exactement égale, par conséquent, à la courbe elle-même.

L'aiguille traçante étant conduite avec la main, on peut, toutes les fois qu'on le veut, marquer par un petit trait excentrique un ou plusieurs points déterminés de la courbe que l'on dessine. Par exemple, sur le profil du crâne, il est bon de marquer plusieurs points qui sont, d'avant en arrière, le *point sus-orbitaire*, le *point bregmatique*, le *sommet de la suture lambdoïde* et la *protubérance occipitale externe*.

Lorsque la courbe est tracée, on peut indiquer encore sur l'écran la projection de n'importe quel point de la surface du crâne ou de la face. Il suffit pour cela de diminuer la longueur de la tige traçante jusqu'à ce qu'elle puisse atteindre le point en question. Mais la détermination de l'axe biauriculaire sur les dessins de profil présente une importance toute particulière. Pour la rendre plus facile, M. Broca a fait disposer sur la table

du craniographe, vis-à-vis le montant en bois, une fiche verticale qui peut s'allonger ou se raccourcir à volonté et qui supporte, à son extrémité supérieure, un tube métallique horizontal et perpendiculaire à l'écran. Dans ce tube se meut une aiguille, l'*aiguille auriculaire*. Au moment où l'on dispose le craniophore, on élève l'aiguille auriculaire jusqu'à ce que son extrémité externe soit exactement au niveau du conduit auditif; celui-ci est placé vis-à-vis de l'aiguille; puis on fixe le craniophore, et il ne s'agit plus que de pousser l'aiguille auriculaire vers l'écran pour obtenir la projection de l'axe biauriculaire, c'est-à-dire le *point auriculaire*. On décrit alors autour de ce point le profil du crâne et de la face, en marquant les cinq points énumérés plus haut. La ligne, commençant au niveau du bord alvéolaire de la mâchoire supérieure, est prolongée jusqu'au bord postérieur du trou occipital. Un procédé fort simple permet enfin de déterminer la situation du bord antérieur de ce trou et de l'axe vertical qui passe par ce point, de mesurer la longueur de cet axe vertical, de calculer l'épaisseur de la voûte du crâne au niveau du point où il aboutit. Sur le dessin de profil, où toutes ces indications sont marquées, on peut mesurer d'abord, avec un compas, tous les axes, tous les rayons, toutes les cordes du crâne, puis, avec un rapporteur, l'angle facial de Camper, soit qu'on place le sommet de cet angle à l'extrémité des dents incisives, soit qu'on le place sur le bord alvéolaire ou sur le bord inférieur des narines. On peut donc remplir toutes les indications que fournissent le céphalomètre de M. Antelme et les goniomètres de Morton et de M. Jacquard.

Mais on peut mesurer de plus cinq angles qui n'ont pas été étudiés jusqu'ici, et que M. Broca appelle les *angles auriculaires*. Ces angles, dont le sommet est au point auriculaire, sont compris entre les rayons qui, partant de ce point, vont aboutir aux divers points de repère marqués sur le profil de la face et du crâne.

1° Le premier rayon, *rayon maxillaire*, va aboutir au bord alvéolaire. Le second, *rayon sus-orbitaire*, arrive au point sus-orbitaire. L'angle qu'ils interceptent, en rapport avec le développement de la face, s'appelle l'*angle orbito-maxillaire*.

2° Le troisième rayon, *rayon bregmatique*, aboutit au sommet

de l'écaille du frontal, c'est-à-dire au point bregmatique. Il intercepte avec le précédent l'*angle frontal*, en rapport avec le développement de la vertèbre frontale du crâne, et par conséquent avec celui des lobes antérieurs du cerveau.

3° Le quatrième rayon, *rayon lambdoïdien*, atteint le sommet de l'écaille occipitale ; l'angle qu'il intercepte avec le précédent est l'*angle pariétal*, en rapport avec le développement de la vertèbre pariétale et des lobes moyens des hémisphères.

4° Le cinquième rayon passe par la protubérance occipitale externe, qui correspond à peu près au niveau de la tente du cervelet, et par conséquent à la limite postérieure des hémisphères cérébraux. Ce rayon intercepte avec le rayon lambdoïdien l'*angle sus-occipital*, en rapport avec le développement des lobes postérieurs des hémisphères.

5° Enfin, le sixième rayon aboutit au bord postérieur du trou occipital, et intercepte avec le cinquième l'*angle sous-occipital* ou angle cérébelleux, en rapport avec le développement du cervelet.

La somme des trois angles moyens constitue l'*angle cérébral*, qu'il est intéressant de comparer avec l'*angle orbito-facial* d'une part, et d'une autre part avec l'*angle cérébelleux*.

L'étude de ces divers angles ne suffit certainement pas pour déterminer le développement relatif des diverses parties comprises entre leurs côtés; mais c'est un élément précieux qu'on avait négligé jusqu'ici, faute sans doute d'un procédé graphique simple, rapide et exact, et il est d'ailleurs facile de mesurer la longueur des rayons et la surface des triangles mixtilignes qu'ils interceptent sur le dessin. On obtient ainsi des données plus certaines sur le développement relatif des diverses régions de la tête.

Le craniographe est un instrument de peu de prix, qui peut être construit par un simple serrurier. Celui que M. Broca montre à la Société a été fabriqué en septembre dernier, par un serrurier de Sainte-Foy. Il y avait déjà plusieurs mois que M. Broca se servait d'un instrument semblable, mais bien plus grand, construit tout en bois par le menuisier de Bicêtre. Cet instrument était très bon mais il tenait trop de place, et c'est pour cela que M. Broca a donné la préférence à des leviers métalliques.

M. Mathieu, fabricant d'instruments de chirurgie, construit maintenant des craniographes plus élégants, mais d'ailleurs exactement pareils au modèle qui est sous les yeux de la Société.

M. Broca signale, en terminant, les deux imperfections de son craniographe. La première est que le tracé est un peu plus grand que la courbe qu'il reproduit. La différence totale est représentée par le diamètre de l'aiguille traçante; elle est, par conséquent, de 1 millimètre. Par exemple, la distance de la protubérance occipitale au bord alvéolaire étant de 200 millimètres sur le crâne, sera de 201 millimètres sur le dessin. L'erreur est donc d'environ 1/200, mais l'approximation paraît très-suffisante.

La seconde imperfection est relative à l'impossibilité de représenter les points qui sont séparés de l'écran par une saillie osseuse. Ainsi, sur le profil, on ne peut pas obtenir la projection de la voute palatine, à cause de la saillie de la partie latérale de l'arcade alvéolaire. On ne peut donc pas dessiner la partie de la face inférieure de la tête comprise entre les incisives et le bord antérieur du trou occipital, à moins qu'on ne scie le crâne sur la ligne médiane. Quand à la situation du trou occipital, elle peut toujours être aisément déterminée, grâce à une échelle millimétrique gravée sur la tige verticale du craniophore.

La suite de cette communication, relative aux difficultés que présente, sur le crâne sec, la détermination du point sus-orbitaire, et à quelques autres difficultés du même genre, est renvoyée, vu l'heure avancée, à la prochaine séance.

SUR

UN NOUVEAU CÉPHALOGRAPHE

CONSTRUIT PAR M. MATHIEU.

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, t. II, 1861, p. 680-686.)

M. Broca présente un instrument que M. Mathieu, fabricant d'instruments de chirurgie, a construit d'aprés ses indications pour dessiner sur le vivant la courbe antéro-postérieure du crâne, avec la situation du point auriculaire. L'instrument participe à la fois du céphalomètre de M. Antelme et du craniographe de M. Broca.

Il prend son point d'appui sur deux petites pelotes rondes qui s'appliquent, de chaque côté, sur la conque de l'oreille, et qui supportent un mamelon assez petit pour entrer, sans frottement ni pression, dans le conduit auditif externe. Vis-à-vis l'une des oreilles, l'appareil supporte un écran vertical antéro-postérieur. Le tracé est fait sur cet écran par une tige horizontale qui se meut toujours parallèlement à elle-même, grâce à un ingénieux mécanisme imaginé par M. Mathieu. La tige, appliquée sur la racine du nez, est poussée jusqu'à la nuque, en rasant le crâne. Il serait facile d'adapter, au niveau de l'oreille opposée à l'écran, un rapporteur qui permettrait de marquer sur le tracé des points espacés de 10 en 10 degrés, et d'obtenir ainsi, d'un trait continu et d'un mouvement trés-rapide, toutes les indications fournies beaucoup plus lentement pour la courbe antéro-postérieure, par le céphalomètre de M. Antelme. Au lieu de mesurer les rayons en place, on les mesurerait sur le dessin, ce qui pourrait être fait très-promptement, au moyen d'un fil gradué, fixé par une épingle sur le point auriculaire.

Il y a dix mois, continue M. Broca, que j'avais arrêté avec M. Mathieu le plan de cet instrument; mais j'avais renoncé à le

faire exécuter, parce que, réflexion faite, j'avais trouvé qu'il ne donnait rien de plus que l'excellent céphalomètre de M. Antelme, et parce qu'il ne pouvait donner que la courbe antéro-postérieure, tandis que le céphalomètre donne toutes les courbes transversales ou obliques qui aboutissent aux oreilles.

Je n'en loue pas moins M. Mathieu d'avoir construit ce céphalographe, qui fait honneur à son habileté et à son esprit d'invention.

M. DE JOUVENCEL. Les chapeliers se servent, pour prendre la forme de la tête, d'un instrument fort commode, composé de clavette mobiles qui sont surmontées de pointes ; celles-ci vont piquer sur un papier une série de trous qui constituent, en trait ponctué, le tracé de la courbe horizontale du crâne, réduite à de petite dimensions. Ne serait-il pas possible de faire servir cette instrument aux études anthropologiques ?

M. BROCA. J'ai eu une conférence avec M. Allié, l'inventeur de l'instrument des chapeliers. Avant celui-là, il en avait inventé un autre, composé également de clavettes mobiles ; lorsqu'on voulait s'en servir, il fallait appliquer sur un papier l'extrémité des clavettes et suivre avec un crayon la courbe, ou plutôt la ligne brisée interceptée par toutes ces clavettes. On obtenait ainsi un polygone d'un grand nombre de côtés représentant, avec une exactitude bien suffisante, la circonférence horizontale de la tête de grandeur naturelle. Le maniement de cet instrument était peu commode, et presque tous les chapeliers ont maintenant donné la préférence au second instrument de M. Allié. C'est ce second instrument qu'a vu M. de Jouvencel. Il donne effectivement en un clin d'œil un tracé réduit de la circonférence de la tête ; mais ce tracé n'est pas réduit d'une manière proportionnelle. Tous les rayons sont diminués d'une longueur à peu près égale ; et comme ils sont très-inégaux, il en résulte que la courbe obtenue en petit ne ressemble en aucune façon à la courbe naturelle. S'il y a, par exemple, en un point de la tête, une dépression de 3 millimètres, cette dépression sur le dessin réduit au sixième sera encore de 3 millimètres ce qui représenterait, sur un dessin de grandeur naturelle, une dépression de 18 millimètres. On n'obtient donc qu'une véritable caricature, et les chapeliers ne s'en servent qu'à la faveur d'un

autre instrument à clavettes qui restitue les dimensions de la tête et qui sert de *forme* à leurs chapeaux.

Il ne sera peut-être pas impossible aux anthropologites de tirer parti de ces dessins, qui peuvent attirer leur attention sur des particularités naturellement peu apparentes et mises en évidence par un procédé qui les exagère énormément ; mais comme moyen graphique, l'instrument en question n'est d'aucune utilité.

Il n'en est pas de même de l'ancien instrument de M. Allié. Je m'en suis servi au mois d'avril dernier pour prendre la courbe horizontale d'un certain nombre de têtes. Voici quelques-uns de ces dessins ; vous pouvez voir qu'ils sont assez bons. Pour obtenir de la même manière les autres courbes du crâne, la courbe antéro-postérieure, par exemple, il faudrait scier l'instrument en deux parties, ce qui ne serait pas difficile ; et M. Mathieu était sur le point de faire pour moi cette modification, lorsque mon collègue de Bicêtre, M. Marcé, me fit connaître un procédé beaucoup plus simple, plus rapide et plus commode, dont je le crois l'inventeur, et qui consiste à prendre les courbes de la tête et du crâne avec des lames de plomb. Les dessins qu'on obtient ainsi en un clin d'œil sont d'une admirable pureté et ne laisser rien à désirer s'il était possible de déterminer sur la courbe du profil la situation du point auriculaire.

M. le professeur Harting, d'Utrecht, vient de publier en français un mémoire sur un instrument qu'il appelle le *képhalographe* (avec un K). A vrai dire, ce n'est pas un instrument, ce sont trois instruments distincts que ce professeur a fait construire Le premier, destiné à prendre la circonférence horizontale de la tête ou du crâne, est elliptique ; ce n'est autre chose, en réalité, que l'ancien instrument de M. Allié, si ce n'est que l'extrémité de chaque clavette porte une toute petite pointe. Pour transporter sur le papier les courbes prises avec cet instrument, il suffit d'une légère pression faite avec la main pour faire pénétrer toutes les pointes dans le papier, et il ne s'agit plus, dès lors, que de « réunir toutes les petites piqûres par une ligne pour obtenir un « tracé graphique complet » (Harting, *le Képhalographe* ; Utrecht, 1861, in-4°, p. 9). L'instrument de M. Harting est donc improprement nommé képhalographe, parce que ce n'est pas cet

instrument qui dessine le trait, mais la main de l'opérateur. C'est plutôt un *képhalotype*, ou, suivant l'orthographe classique, un *céphalotype*; mais le nom ne fait rien à la chose.

Pour prendre les autres courbes du crâne, M. Harting a fait construire, suivant le même principe, un second instrument en fer à cheval. Enfin, le troisième instrument est rectiligne et destiné à prendre le profil de la face; il est également composé de clavettes mobiles et diffère fort peu du *physionotype*, décrit, en 1854, par M. Emil Huschke. Jusqu'ici, les innovations de M. Harting se réduisent à de légères modifications presque insignifiantes, mais il a ajouté à ses deux instruments curvilignes un perfectionnement très-important : c'est un petit appareil assez compliqué, du reste, qui permet de déterminer sur les dessins de profil la situation du point auriculaire, et sur le dessin de la circonférence horizontale la situation de l'axe biauriculaire.

M. Michaux demande à M. Broca s'il n'a pas songé à utiliser, pour reproduire les courbes de la tête ou du crâne, le procédé bien plus simple de la silhouette.

M. Broca. Ce procédé ne serait applicable qu'à une tête chauve ou rasée, parce que l'ombre des cheveux masque les véritables contours. Pour ce qui concerne le crâne sec, il faut remarquer d'abord que la silhouette ne donne pas la projection d'un plan, mais celle du solide tout entier; or, les parties les plus excentriques ne sont pas toujours sur le même plan. Si l'on veut prendre, par exemple, la courbe transversale biauriculaire, une partie du contour qu'on obtiendra sera la projection des bosses pariétales, qui sont situées bien en arrière du plan de cette courbe. La seule courbe céphalique qu'on puisse obtenir en silhouette est celle du profil. Mais il faudrait fixer des aiguilles sur le crâne si l'on voulait marquer sur cette courbe la situation des sutures ou de tout autre point de la surface; puis on ne pourrait jamais marquer le point auriculaire. Ce ne sont point les seules difficultés. Si l'on veut que la projection soit exacte, il faut que les rayons lumineux soient sensiblement parallèles; le foyer doit donc être fort éloigné. En supposant que la face latérale du crâne soit presque au contact de l'écran et que le foyer soit à une distance de 9 mètres, la silhouette sera encore

de 3 millimètres environ plus grande que le profil ; pour réduire l'erreur à 2 millimètres, il faudrait porter le foyer à plus de 13 mètres de l'écran, et alors les contours deviendraient fort indécis si l'on se servait d'une lampe ordinaire. La lumière électrique seule possède une intensité suffisante pour donner des ombres nettes à une pareille distance ; mais elle exige une installation tellement spéciale, qu'on ne peut songer à s'en servir ici. Reste la lumière solaire. Quand le soleil est exactement à l'horizon, il donne sur un mur des silhouettes irréprochables ; mais les rayons solaires qu'on reçoit dans un laboratoire sont toujours plus ou moins obliques ; et, pour en obtenir des silhouettes exactes, il faudrait les faire tomber sur un écran perpendiculaire à leur direction ; il faudrait, en outre, que le plan de la courbe qu'on veut décrire fût parallèle à celui de l'écran ; et pour réaliser ces conditions, on devrait avoir recours à des appareils de physique fort compliqués. Je ne pense donc pas que le procédé de la silhouette puisse être appliqué avec fruit à l'étude scientifique du crâne.

QUELQUES RÉSULTATS DE LA DÉTERMINATION

TRIGONOMÉTRIQUE DES

ANGLES ALVÉOLO-CONDYLIEN

ET BI-ORBITAIRE

(*Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 2e série. T. VIII, 1873, p. 150-179.)

---

§ I. — *Remarques préliminaires.*

J'ai montré dans ma dernière communication, l'importance de l'étude de l'angle que j'ai appelé *Alvéolo-Condylien*, c'est-à-dire de l'angle compris entre le plan Avéolo-Condylien et le plan déterminé par les deux axes orbitaires, à l'aide des aiguilles orbitaires de l'orbitostat.

J'ai montré en outre que, s'il est difficile de mesurer directement cet angle, la méthode trigonométrique permet de le déterminer rigoureusement par un procédé simple, facile et rapide, qui se résume dans la forme suivante:

$$\sin \alpha = \frac{\sin \theta}{\cos \rho}$$

α étant l'*angle alvéolo-condylien*, θ étant l'*angle de l'aiguille* qui mesure l'inclinaison de l'aiguille orbitaire sur le plan alvéolo-condylien, et ρ enfin étant la moitié de l'*angle biorbitaire*, intercepté par les deux aiguilles orbitaires.

Pour éviter de répéter continuellement cette formule, je l'appellerai la *formule de l'angle* α.

Une expérience que j'avais faite il y a plus de dix ans devant la Société, et que j'avais depuis lors répétée un grand nombre de fois dans mes cours et dans mes démonstrations de craniologie, m'avait appris que l'angle alvéolo-condylien est nul ou très-petit chez l'homme, qu'il est beaucoup plus grand chez les

singes et chez les autres animaux; j'avais donc cru pouvoir annoncer que ce caractère était un de ceux qui distinguent le plus nettement le groupe humain. Mais je ne parlais que d'après des impressions, qui ne pouvaient avoir rien de rigoureux. Le but du procédé trigonométrique que j'ai exposé dans l'avant-dernière séance[1], était de rendre possible et facile une détermination plus exacte.

Les chiffres que je vous présente aujourd'hui sont le résultat de recherches très-incomplètes encore. Ce n'est que le premier aperçu d'une question d'anthropologie et d'anatomie comparée que je n'ai pas la prétention de traiter avec si peu de documents. Je me propose seulement de montrer l'utilité et la commodité de la méthode trigonométrique. Quant aux conséquences qui paraîtraient découler de ces faits, je ne les donne que comme tout à fait provisoires, sachant qu'en pareille matière des conclusions solides exigent des observations recueillies sur de très grandes-séries.

Le résultat de ces premières recherches a été conforme à mon attente. Comme il arrive toujours en pareil cas, l'intervention des procédés rigoureux a révélé des particularités qui échappaient à la simple vue; elle a permis de constater que l'angle alvéolo-condylien présente des variations individuelles d'une certaine étendue, variations que peuvent exagérer quelques déformations artificielles ou pathologiques du crâne. J'ai reconnu en outre, en étudiant certains singes d'Amérique, dont j'avais dans l'origine négligé l'examen, que le caractère de l'angle alvéolo-condylien n'établit pas entre l'homme et les autres animaux une différence aussi radicale, aussi considérable que je l'avais d'abord admis. Mais l'importance de ce caractère n'en est que faiblement diminuée, si l'on songe surtout que les animaux qui, sous ce rapport, se rapprochent de l'homme ne sont pas des singes supérieurs, et qu'ils occupent au contraire un rang inférieur dans la série des singes. Somme toute, l'angle alvéolo-condylien me paraît constituer, pour le groupe humain, un caractère distinctif d'une valeur plus grande que celle de l'angle de Daubenton, dont j'ai précédemment étudié les modifications dans la série des primates.

Pour ce qui concerne le point de vue spécial de l'ethnologie,

1. *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 2e série, t. VIII, 1873, p. 48 et dans ce volume, p. 397.

j'avais annoncé que l'angle alvéolo-condylien était à peu près constant dans toutes les races humaines, c'est-à-dire qu'il était toujours très-voisin de zéro, qu'en d'autres termes le plan alvéolo-condylien était toujours à peu prés horizontal, et j'avais ainsi été conduit à choisir ce plan pour donner au crâne une situation fixe. Une étude plus précise et plus étendue, quoique encore bien incomplète, a confirmé cette première appréciation, sinon d'une manière absolue, du moins à un degré suffisant pour laisser intacte la conclusion que j'en avais tirée. Je trouve, il est vrai, que l'angle α est d'un peu plus de 3 degrés sur six crânes du type mongolique, tandis qu'il est négatif et de près de 2 degrés sur vingt crânes du type caucasique; mais ces différences sont très-légères auprès de celles que présentent la plupart des caractères de race, et ce qui en atténue encore la signification, c'est que quatorze crânes du type éthiopique m'ont donné un angle compris entre les deux moyennes précédentes. La fixité absolue n'existe pas en histoire naturelle; alors même que deux êtres paraissent identiques, on peut toujours, à l'aide des procédés de mensuration rigoureuse, découvrir entre eux quelques différences. Les différences minimes comme celles que je viens d'indiquer sont toujours bonnes à constater, et, lorsqu'elles se suivent dans un certain ordre dans la série des races humaines, elles peuvent avoir une certaine importance. Mais un caractère qui place les nègres entre les mongols et les blancs, et beaucoup plus près de ceux-ci que de ceux-là, et qui, par conséquent, ne tire aucune valeur de sa répartition, se trouve réduit à sa valeur intrinsèque, et lorsqu'il ne consiste qu'en une différence angulaire de quelques degrés, il ne peut avoir qu'une faible importance.

Les résultats que j'ai obtenus jusqu'ici me portent donc à croire que l'étude de l'angle alvéolo-condylien n'offrira qu'un médiocre intérêt au point de vue du parallèle des races humaines. Mes recherches, il est vrai, sont trop restreintes encore pour que je puisse rien affirmer à cet égard, puisque je n'ai étudié qu'un petit nombre de crânes de chaque race. Mais l'ensemble de mes observations, pour ce qui concerne l'homme, atteint le chiffre de 54, et dans ce nombre figurent onze crânes que j'ai choisis parmis ceux qu'un arrêt de développement, ou une déformation artificielle ou pathologique avaient pu faire plus ou moins dé-

vier du type humain ; je me suis ainsi placé dans les conditions qui paraissaient de nature à faire varier le plus possible l'angle alvéolo-condylien. Je pense donc que l'ensemble de ces fait fournit une base suffisante pour le parallèle de l'homme et des autres primates, et je ne crois pas me tromper en disant que l'angle alvéolo-condylien établit entre le groupe humain et celui des anthropoïdes une différence absolue, c'est-à-dire assez grande pour n'être jamais franchie, même dans les cas les plus exceptionnels.

Cette conclusion découlera des tableaux que je viens vous présenter. Mais avant de discuter les faits qui y sont consignés, je crois utile de donner quelques explications sur le procédé que j'ai suivi.

§ II *Sur l'application de la méthode trigonométrique et sur l'emploi de la table des sinus.*

J'ai déjà dit que l'angle alvéolo-condylien x ne se mesure pas directement. Pour le connaître, il faut mesurer d'abord le sinus de l'angle θ, qui est l'angle de l'aiguille, puis celui de ρ, qui est la moitié de l'angle biorbitaire. On obtient alors la valeur de l'angle alvéolo-condylien au moyen de la *formule de l'angle* x, et à l'aide de la table des sinus. J'ai dressé à cet effet une table spéciale où les sinus se succèdent par millimètre, et où se trouvent inscrites, en face de chaque sinus, la valeur de l'angle correspondant en degrés et centièmes de degré, et celle de son cosinus en millimètres et centièmes de millimètres. L'emploi de la formule devient ainsi très-facile, même pour les personnes qui ne connaissent pas le maniement des tables ordinaires.

Le procédé se pratique de la manière suivante:

Les aiguilles orbitaires étant placées symétriquement à l'aide des orbitostats, et le crâne étant posé sur le craniostat, on applique successivement l'équerre graduée au niveau de l'extrémité B de l'une des aiguilles, puis au niveau du bouton A placé à 100 millimères de cette extrémité. On obtient ainsi en millimètres la différence des hauteurs de ces deux points (voir p. 410). Cette différence est le sinus de l'angle de l'aiguille, c'est-à-dire sin θ.

Alors on applique transversalement la règle billimétrique sur les deux aiguilles en BB′, puis en AA′, et, grâce à la graduation particulière de la règle, le chiffre différentiel qu'on y lit donne *en millimètres* le sinus de la moitié de l'angle biorbitaire, c'est-à-dire sin ρ.

La partie matérielle de l'opération est alors terminée, et l'on peut passer à d'autres crânes en inscrivant successivement pour chacun d'eux la valeur de sin θ, et celle de sin ρ. Lorsqu'on a achevé une série d'observations, on en vient à la détermination des angles par le moyen de la table de sinus qu'on trouvera à la fin du mémoire.

On a disposé les divers crânes de la série que l'on étudie en un tableau à huit colonnes, conforme au modèle ci-joint (voir le premier tableau, p. 509).

La première colonne, où sont inscrites les valeurs de sin θ, et la seconde, où sont inscrites les valeurs de sin ρ, sont déjà remplies. Il reste à remplir les six dernières colonnes.

Prenons par exemple le crâne de gorille femelle (voir le second tableau) sur lequel on a mesuré sin $\theta = 24$ millimètres et sin $\rho = 36$ millimètres.

Notre table trigonométrique nous montre, ligne 24, qu'un sinus de 24 millimètres correspond à un angle de 13°,88. L'angle θ est donc de 13°,88; nous inscrivons ce chiffre dans la cinquième colonne du tableau.

Nous voyons en outre sur la table, ligne 36, qu'un sinus de 36 millimètres correspond à un cosinus de 93mm,29 et à un angle de 21°,10. Nous inscrivons donc dans la troisième colonne, cos $\rho = 93^{mm},29$, et dans la septième colonne $\rho = 21°,10$. En doublant ce dernier nombre, nous obtenons l'angle biorbitaire $2\rho = 42°,20$, et la huitième colonne se trouve ainsi remplie.

Jusqu'ici nous n'avons eu qu'à transcrire. Mais il reste encore deux cases vides, la quatrième et la sixième, c'est-à-dire celle de sin α et celle de α.

On obtient sin α en divisant sin θ par cos ρ, c'est-à-dire 24 millimètres par 93mm,29. Mais cette divison donnerait la valeur de sin α pour un rayon égal à 1 millimètre, et puisque nous avons adopté un rayon de 100 millimètres, il faudra multiplier le quotient par 100, ou plus simplement ajouter deux zéros au

dividende. Nous divisons donc 2,400 par 93.29 ce qui nous donne sin x=25^{mm},72. Ce chiffre est inscrit dans la quatrième colonne.

Connaissant sin x, nous trouvons sur la table la valeur de l'angle x. Nous y voyons, en effet, lignes 25 et 26, qu'un sinus de 25 millimètres correspond à un angle de 14°,47, qu'un sinus de 26 millimètres correspond à un angle de 15°,07; que par conséquent l'angle x est compris entre 14°,47 et 15°,07 ; et, comme notre sin x est plus près de 26 millimètres que de 25 millimètres, nous en concluons que l'angle x est très-voisin de 15°,07 et nous pourrons inscrire, avec une approximation parfaitement suffisante, x = 15°,07.

Il peut se faire toutefois que l'on désire obtenir un chiffre plus exact. On remarque alors que, lorsque sin x passe de 25 millimètres à 26 millimètres, l'angle x passe de 14°,47 à 15°,07; qu'en d'autres termes, lorsque le sinus croît de 1 millimètre, l'angle croît de 0°,60, ou plus exactement de 0°,59 (en tenant compte des troisièmes décimales qui ne sont pas inscrites sur notre table de sinus). Or notre sinus x est de 25^{mm},72 c'est-à-dire de 25+0^{mm},72 ; nous posons donc la proportion 1 : 0°,59 : : 0^{mm},72 : x et nous trouvons x=0°,4248, ce qui veut dire que l'angle x s'est accru de 0°,42, pendant que son sinus croissait de 0^{mm},72, qu'il est passé par conséquent de 14°,47 à 14°,47+0°,42 ou à 14°,89.

Ce petit calcul est facilité par les chiffres inscrits sur la table des sinus dans la colonne indiquée *diff.* (différences), chiffres qui donnent l'accroissement de l'angle pour 1 millimètre de sinus. On multiplie la différence par les décimales de sinus, et on ajoute le produit aux décimales de l'angle inscrit sur la table en face du nombre qui exprime la partie entière de la valeur du sinus.

En résumé, l'ensemble du travail, qui aboutit à la détermination exacte de l'angle x, se réduit à deux opérations fort simples : une division pour passer de sin 0 à sin x et une multiplication pour substituer à la valeur de x donnée approximativement par la table, une valeur rigoureuse, exacte jusqu'à la seconde décimale.

On gagne beaucoup de temps lorsqu'on fait ce travail sur toute

une série à la fois; les transcriptions se font alors d'une manière presque mécanique, et les opérations de même nature, se faisant par séries, sont faciles et rapides.

Les chiffres compris sur les tableaux qui accompagnent ce travail ont été obtenus conformément aux préceptes qui précèdent. Il m'a paru bon d'y inscrire les résultats de la méthode trigonométrique, appliquée dans toute sa rigueur.

Mais, dans la pratique, cette marche peut être grandement simplifiée, sans que les résultats en souffrent d'une manière notable.

Il est inutile, en effet, de demander à la méthode trigonométrique des déterminations plus précises que celles dont on se contente lorsqu'on mesure les autres angles céphaliques à l'aide des goniomètres. Il en est des angles comme des longueurs; on mesure celles-ci à 1 millimètre près, et ceux-là à 1 degré près. Cette approximation suffit presque toujours aux besoins de la craniologie[1].

On peut donc se dispenser des calculs qui n'introduisent dans la valeur de l'angle α que des corrections de moins d'un degré.

Or l'angle α ne s'élève jamais au delà de 45 degrés, et pour les angles inférieurs à 45 degrés la différence correspondant à 1 millimètre de sinus est toujours inférieure à 0°,80 (voir la table). Si donc l'on négligeait systématiquement les décimales de sin α, l'erreur ne pourrait jamais atteindre huit dixièmes de degré. Mais on peut tenir compte de ces décimales sans les soumettre au moindre calcul; on voit toujours si elles sont au-dessous ou au-dessus d'un demi-millimètre; dans le premier cas on les supprime, dans le second cas on les remplace par une unité, qu'on ajoute aux unités de premier ordre de sin α, et on est sûr de commettre une erreur inférieure à quatre dixièmes de degré. Cette erreur est parfaitement acceptable, et, en s'y résignant, on évite le calcul des différences.

Dès lors, la détermination de l'angle α n'exige plus qu'une seule opération : c'est la division de sin θ par cos ρ, opération

1. Il n'en est plus de même lorsqu'on se sert des éléments craniométriques pour les combiner entre eux et le calcul. Il est nécessaire alors de tenir compte des deux premières décimales, parce que l'addition et surtout la multiplication de petites erreurs partielles pourraient donner des erreurs assez fortes pour altérer gravement le chiffre des unités.

bien simple sans doute, mais qui fait intervenir cependant des nombres de quatre chiffres, puisque cos ρ est accompagné de deux décimales. Si l'on négligeait entièrement ces décimales, l'erreur pourrait, dans certains cas, assez exceptionnels il est vrai, aller jusqu'à diminuer de 1 millimètre la valeur du quotient, qui n'est autre que sin x ; mais elle ne serait plus que d'un demi-millimètre *au maximum*, si les décimales négligées étaient égales ou inférieures à cinquante centièmes, ou si, étant supérieures à cinquante centièmes, on les remplaçait par une unité ajoutée aux unités de premier ordre de cos ρ. On peut donc simplifier beaucoup la division de sin θ par cos ρ et la réduire à une division de deux chiffres, en ne prenant pour diviseur que la partie entière de cos ρ, augmentée ou non d'une unité.

Par ce moyen, on obtient la valeur de sin x à un demi-millimètre près. Or j'ai déjà dit qu'une erreur d'un demi-millimètre sur la valeur de sin x ne peut jamais modifier de plus de quatre dixièmes de degré la valeur de l'angle x.

Ainsi, en évitant le calcul des différences dans la détermination de l'angle x, on commet une erreur inférieure à quatre dixièmes de degré, et en supprimant ou forçant jusqu'à l'unité les décimales de cos ρ, on commet encore une erreur inférieure à quatre dixièmes de degré. Alors même que ces deux erreurs agiraient dans le même sens, l'erreur totale ne pourrait jamais atteindre huit dixièmes de degré, de sorte que le résultat final serait aussi approximatif que celui que donnent les goniomètres usités en craniométrie.

En résumé, par conséquent, on peut réduire la détermination de sin x à de simples transcriptions, au milieu desquelles on n'aura à faire qu'une seule opération d'arithmétique, savoir une simple division de deux chiffres.

La valeur définitive de l'angle x est donnée par la table des sinus, en degrés suivis de deux décimales. Lorsqu'on n'étudie qu'un seul crâne les décimales sont inutiles, mais il est indispensable de les transcrire lorsqu'on étudie une série de crânes par la méthode des moyennes.

Tout le travail que je viens de décrire se rapporte à l'emploi de la formule de l'angle x. C'est à l'aide de cette formule que,

de la valeur de sin θ, mesurée directement sur le craniostat, on passe à celle de l'angle alvéolo-condylien, et on est obligé d'y recourir, *en anatomie comparée*, parce que, chez la plupart des animaux, l'angle alvéolo-condylien α est notablement plus grand, et quelquefois même trois ou quatre fois plus grand que l'angle de l'aiguille θ.

Mais, *en anthropologie*, on peut très-bien se passer de la formule de l'angle α. Si l'on veut bien jeter les yeux sur le tableau nº 2, où sont inscrites, pour plus de cinquante crânes humains, les valeurs comparatives de l'angle θ et de l'angle α, on verra que la différence de ces deux angles est toujours très-petite. Cette différence s'élève à 1°,25, sur le crâne d'un vieil idiot; et à 1°,03 sur celui d'un Aymara, déformé à l'extrême. Dans tous les autres cas, elle est inférieure à deux tiers de degré, et presque toujours même à un tiers de degré. Elle est de celles, par conséquent, que l'on peut négliger.

Ce résultat pouvait être prévu. Le passage de sin θ à sin α se fait en divisant sin θ par cos ρ. Or l'angle biorbitaire de l'homme est toujours plus petit que 54 degrés; par conséquent ρ, qui est la moitié de cet angle, est plus petit que 27 degrés, et son cosinus est plus grand que 89 millimètres, c'est-à-dire presque égal à notre unité, qui est de 100 millimètres. Si donc nous posons sin α= sin θ, c'est-à-dire α=θ, nous diminuons la valeur de α, mais l'erreur que nous commettons ne représente qu'une très-petite fraction (un dixième environ) de l'angle θ, et comme celui-ci est toujours bien inférieur à 10 degrés, l'erreur devient à peu près insignifiante.

Ainsi, lorsqu'il s'agit de l'homme, on peut sans inconvénient se contenter de mesurer l'angle de l'aiguille θ, ce qui se fait pour ainsi dire en deux secondes, l'une pour mesurer en millimètres avec l'équerre graduée la longueur du sinus de l'angle de l'aiguille, l'autre pour chercher sur la table trigonométrique la valeur de l'angle correspondant. Cet angle peut-être considéré comme étant l'angle alvéolo-condylien α.

L'erreur serait déjà plus forte chez les singes; ces animaux (à l'exception des lémuriens) regardent en avant comme nous, et le cosinus de leur angle ρ est, comme chez nous, presque égal à l'unité; toutefois, leur angle θ étant beaucoup plus grand

que le nôtre, la différence entre θ et α, quoique étant relativement la même, est, absolument parlant, beaucoup plus forte, de sorte qu'il est bon, lorsqu'on détermine l'angle alvéolo-condylien des singes, de passer de θ à α, au moyen de la formule trigonométrique.

Enfin, il est tout à fait nécessaire de recourir à cette formule lorsqu'on arrive aux animaux qui ont les yeux plus ou moins divergents; et pour cela il est indispensable de commencer par mesurer l'angle biorbitaire 2ρ.

La déterminaton préalable de l'angle biorbitaire complique sans doute l'opération ; mais il ne faut pas s'en plaindre, parce que cet angle auxiliaire présente un grand intérêt, et qu'il mériterait déjà d'être mesuré pour lui-même.

§ III. — *De l'angle biorbitaire en anatomie comparée et en anthropologie.*

Tous les animaux ont les axes orbitaires plus ou moins divergents. Je n'ai jamais trouvé l'angle biorbitaire inférieur à 33 degrés; je l'ai vu s'ouvrir à 152 degrés, et ce n'est probablement pas sa limite supérieure. Beaucoup d'animaux cependant, et spécialement les primates, peuvent non-seulement regarder droit devant eux, mais encore faire converger leurs regards. C'est parce que le globe de l'œil est mobile dans l'orbite et obéit à l'action musculaire.

La faculté de regarder directement en avant est un des principaux caractères de l'ordre des primates. Chez eux, l'angle biorbitaire est à son minimum. Il s'ouvre beaucoup plus chez les carnassiers, et plus encore chez les pachydermes, les ruminants et les rongeurs. Ce caractère est donc important; mais il ne faut pas croire cependant qu'il ait une valeur décisive au point de vue de la série; car si l'on peut dire, en gros, que la grande divergence des axes orbitaires constitue un caractère d'infériorité, cette règle souffre, dans les détails, de nombreuses exceptions.

L'une de ces exceptions intéresse tout particulièrement les anthropologistes, puisqu'elle se rencontre dans l'ordre des primates. On savait déjà que chez beaucoup de singes la cloison

interorbitaire est relativement moins épaisse que chez nous, que les yeux par conséquent sont plus rapprochés, et peuvent converger plus facilement que les nôtres. Cette notion, comme on le verra plus loin, est pleinement confirmée par la mensuration de l'angle biorbitaire, de sorte que, sous ce rapport, au lieu d'occuper le premier rang, suivant notre habitude, nous ne venons qu'après les anthropoïdes, et même après quelques singes du nouveau continent.

Je n'ai étudié jusqu'ici l'angle biorbitaire que chez un assez petit nombre d'espèces de mammifères, appartenant aux ordres des rongeurs, des ruminants, des pachydermes, des carnassiers et des primates.

Rongeurs. — Chez le lapin les yeux semblent presque exactement placés sur les côtés de la tête; néanmoins les aiguilles orbitaires ne sont pas tout à fait transversales. Sur trois cas, j'ai trouvé l'angle biorbitaire égal à 131, 147 et 152 degrés, moyenne 143 degrés; sur un paca, cet angle n'est que 110 degrés.

Ruminants. — Sur un veau, l'angle biorbitaire était de 114 degrés, sur une vache, il n'était que de 110 degrés; sur six moutons, le maximum était 137 degrés, le minimum 121 degrés, la moyenne 132 degrés. Sur un isard, l'angle était de 131 degrés.

Pachydermes. — Deux chevaux, 108 degrés et 110 degrés; trois porcs, 81,87 et 101 degrés; un sanglier, 99 degrés.

Carnassiers. — Deux blaireaux, 69 et 71 degrés; un lion, 65 degrés, trois chats, 65, 81 et 60 degrés; trois chiens, 64, 71 et 76 degrés.

Primates. — Sur le maki de mon laboratoire l'angle biorbitaire est de 74 degrés. Je n'ai pas mesuré cet angle chez les autres lémuriens. Mais si je puis m'en rapporter à un examen, évidemment insuffisant, que j'ai fait dans la galerie du Muséum sans le secours des instruments, je dirai que, chez les animaux de cette famille, l'angle biorbitaire n'est pas sensiblement plus petit que celui des carnassiers.

Chez les autres singes, l'angle varie entre le minimum de 33°,72 constaté sur un gorille adulte, et le maximum de 53°,48 constaté sur un singe hurleur adulte.

Chez l'homme, le minimum a été de 40°,42 sur le crâne d'un Irlandais de dix-neuf ans, déformé par une ancienne hydrocéphalie, et le maximum s'est élevé à 60 degrés sur le crâne d'un vieillard, très-déformé également par une maladie du jeune âge. (Il paraît assez probable que cet individu devait être idiot.) Si je laisse de côté ces deux cas pathologiques, le maximùm n'est plus que de 54°,78, et le minimum de 41 degrés. Ces oscillations extrêmes se sont présentées sur des crânes d'Européens. La moyenne des cinquante-quatre crânes examinés a été de 47 degrés, ou de 46°,86 en défalquant les trois fœtus.

La décroissance de l'angle biorbitaire, lorsqu'on s'élève des rongeurs aux ruminants, puis aux pachydermes, aux carnassiers et enfin aux primates, paraît donc, d'après les chiffres fournis par cette première ébauche, affecter une marche assez conforme à la position qu'occupent ces cinq ordres de la série des mammifères. Je n'ai garde d'en tirer des conséquences applicables aux autres ordres que je n'ai pas encore étudiés, et je ne prétends pas davantage que la règle de décroissance qui paraît vraie pour les cinq ordres en question soit applicable, dans chacun d'eux, aux diverses familles dont ils se composent. Le fait qui se présente dans l'ordre des primates, où l'angle biorbitaire est un peu plus petit chez plusieurs singes que chez l'homme, permet de prévoir d'autres exceptions.

Ce n'est pas avec vingt-trois observations recueillies sur des singes d'espèces très-différentes (1 lémurien, 10 cébiens, 4 pithéciens, 8 anthropoïdes) que je puis connaître la signification de l'angle biorbitaire chez ces animaux, d'autant que cet angle présente quelquefois dans la même espèce d'assez notables variations. L'oscillation n'a été, il est vrai, que de 4 degrés chez quatre sajous, mais elle a été de 9 degrés chez cinq gorilles adultes et de 11 degrés chez cinq hurleurs également adultes.

Les angles les plus petits s'observent chez les anthropoïdes. La moyenne de mes huit anthropoïdes est de 40°,38; elle n'est même que de 39°,04 chez les cinq gorilles.

Des angles presque aussi petits se retrouvent en Amérique, chez les atèles et les sajous (famille des cébiens). La moyenne des quatre sajous est de 41°,59.

Mais les cinq hurleurs (mycétès), qui appartiennent à la même

famille des cébiens, me donnent une moyenne de 53°,53, qui est la plus forte que j'aie obtenue dans la série des singes, abstraction faite des lémuriens.

Il semble que les singes de la famille des pithéciens doivent se placer à peu de distance des hurleurs. La moyenne de mes quatre observations serait de 52°,24 ; mais cette série est trop courte et trop disparate pour se prêter à une conclusion.

Ainsi l'homme, avec sa moyenne générale de 47 degrés, se place au-dessous des anthropoïdes et des sajous, au-dessus des hurleurs et des pithéciens.

Cela fait pressentir que l'angle biorbitaire ne doit avoir en anthropologie qu'une assez faible importance. Et, en effet, mes premières observations sur l'angle biorbitaire de l'homme sont peu concluantes. Je dois avouer, il est vrai, que je n'ai pas procédé méthodiquement par séries. J'ai pris çà et là, dans diverses races, des observations isolées, et les groupes que j'en ai faits d'après les affinités présumées des races, sont à la fois trop restreints et trop peu homogènes.

Il semble toutefois que l'angle biorbitaire soit un peu plus ouvert sur les crânes du type éthiopique que sur ceux des types caucasique et mongolique. Il est de 46°,56 chez 16 Européens, de 46°,22 chez 4 Guanches ou Kabyles, et en moyenne de 46°,49 chez ces 20 individus ; voilà pour le type caucasique. Il est à peu près le même (46°,15) sur 6 crânes mongoliques ; mais il s'élève à 49°,06 sur 14 crânes du type éthiopique. Je remarque que 3 fœtus de notre race ont donné une moyenne de 49°,26, très-voisine de celle des nègres. Ce fait, s'il était confirmé sur des séries plus grandes, ne manquerait pas d'intérêt. On sait en effet que plusieurs caractères importants présentent, chez les fœtus de notre race, un degré de développement semblable à l'état permanent des nègres adultes.

Mais, s'il paraît assez probable que l'influence de la race n'est pas étrangère aux variations de l'angle biorbitaire, il faut reconnaître que cette influence est tout autre que celle qu'aurait fait pressentir le parallèle de l'homme et des singes anthropoïdes, puisque les nègres s'éloignent de ces derniers plus que les Européens.

D'un autre côté, sur 4 microcéphales de notre race, l'angle

biorbitaire n'est en moyenne que de 45°,04. C'est la plus faible de toutes mes moyennes humaines, et la plus voisine par conséquent de celle des anthropoïdes. Faut-il ajouter ce caractère à ceux que M. Vogt a déjà signalés comme établissant la tendance des microcéphales à se rapprocher de certains types simiens? C'est possible, mais la portée de ce fait est singulièrement atténuée par ce que je viens de dire au sujet des nègres.

D'ailleurs, les chiffres différentiels sont si faibles et les séries que j'ai étudiées sont si courtes, que je ne donne ces résultats que comme tout à fait provisoires.

§ IV. — *De l'angle de l'aiguille en anatomie comparée et en anthropologie.*

Si l'on ne comparait entre elles que les espèces de l'ordre des primates, l'angle de l'aiguille, considéré isolément, constituerait un caractère important, puisque dans ces espèces — exception faite de la famille des lémuriens — l'angle de l'aiguille θ ne diffère que très-peu de l'angle alvéolo-condylien.

Mais lorsqu'on étudie l'angle θ dans la série des mammifères, on le voit présenter des variations qui sont en contradiction violente avec tous les autres caractères. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur les tableaux qui accompagnent ce travail. On verra, par exemple, que la valeur de l'angle θ placerait les moutons et surtout les lapins beaucoup plus près de l'homme que ne le sont les pachydermes, les carnassiers et la plupart des anthropoïdes. On verra même que l'angle θ n'était que de 7°,17 sur un de nos lapins, tandis qu'il s'est élevé à 8°,63 sur un de nos crânes humains *non déformés.*

Ce caractère, considéré en lui-même, n'aurait donc aucune valeur. Il fait connaître le degré d'inclinaison de l'aiguille orbitaire sur le plan alvéolo-condylien, voilà tout, et cette notion isolée ne nous donne aucune idée de la direction de la tête. Mais lorsqu'on tient compte à la fois des deux éléments trigonométriques qui déterminent la direction de l'aiguille orbitaire, c'est-à-dire lorsque l'on combine l'angle de l'aiguille avec l'angle biorbitaire pour déterminer la direction du plan visuel par rapport au plan alvéolo-condylien, on obtient des résultats beaucoup plus significatifs.

Tout l'intérêt de l'angle θ se rapporte donc à l'usage que l'on fait de son sinus pour arriver à connaître l'angle alvéolo-condylien.

§ V. — *De l'angle alvéolo-condylien en anatomie comparée et en anthropologie.*

Lorsqu'on se contente d'apprécier à la simple vue la direction de l'aiguille orbitaire sur le craniostat, l'angle alvéolo-condylien de l'homme paraît le plus souvent nul ou à peu près nul. Mais il est assez rare qu'il le soit tout à fait; et lorsqu'on le détermine à l'aide de la table des sinus, on voit qu'il présente des variations d'une certaine étendue.

Tantôt l'extrémité antérieure de l'aiguille s'élève un peu, de sorte que, si l'on prolongeait l'aiguille, elle irait rencontrer le plan du craniostat en arrière du crâne. L'angle α est alors *positif*, c'est-à-dire ouvert en avant.

Tantôt, au contraire, l'aiguille penche un peu en avant de manière à couper le plan de l'orbitostat bien en avant du crâne. L'angle α est alors *négatif*, c'est-à-dire ouvert en arrière.

Le plus grand angle positif que j'aie mesuré s'élève à + 9°,66; ce cas s'est présenté sur un crâne d'Aymara deformé artificiellement à un degré remarquable.

Le plus grand angle négatif s'est présenté sur le crâne d'un enfant hydrocéphale; il est de — 9°,47.

Il m'a paru que l'étude des crânes pathologiques ou artificiellement déformés pouvait, mieux que toute autre, donner une idée des variations extrêmes de l'angle α. J'ai donc choisi à dessein ces crânes, qui sont au nombre de 11 sur mon tableau. Si je les élimine, je trouve que, sur les 43 autres crânes, le maximum de l'angle α a été de + 8°,63 chez un Chinois, et le minimum de — 6°,89, sur un Guanche. Cela donne un écart total de 15°,52, et je dois avouer qu'avant de recourir à la mensuration rigoureuse, je ne m'attendais pas à trouver des variations aussi étendues.

Mais, au point de vue de la question qui a été le point de départ de ces recherches, il y a lieu de considérer autrement ces variations. Il s'agit de savoir jusqu'à quel point le plan alvéolo-condylien de l'homme s'écarte du plan de la vision horizontale,

déterminé par les aiguilles orbitaires. Que l'écart se fasse au-dessus ou au-dessous de ce plan, cela n'est certes pas sans intérêt, mais ce qui nous importe le plus, c'est de savoir jusqu'où il peut aller. Je puis dire par conséquent que, sur les 43 crânes normaux que j'ai étudiés, l'obliquité du plan alvéolo-condylien n'a jamais dépassé la limite de 8°,63.

Et de ce fait que l'angle α présente à peu près les mêmes écarts au-dessus et au-dessous de zéro, on peut conclure avec beaucoup de probabilité que, dans la conformation typique du crâne humain, le plan alvéolo-condylien doit être parallèle au plan de la vision horizontale, ou ne faire avec lui qu'un angle excessivement petit.

La moyenne de mes 43 crânes normaux est de — 0°,81. Elle est donc un peu moindre qu'un degré. Deux plans qui font entre eux un angle aussi petit peuvent vraiment passer pour parallèles. Mais ils sont en réalité plus voisins encore du parallélisme que ne l'indique ce chiffre, car, puisque nous en sommes à considérer des quantités aussi petites, nous devons tenir compte d'une cause d'erreur qui a été signalée par Mme Clémence Royer à la suite de ma première communication. Notre savant collègue a fait remarquer que l'aiguille orbitaire, étant un peu moins large que le trou optique, ne reste pas dans l'axe de ce trou, où rien ne la fixe. La partie de l'aiguille qui est en avant de l'orbitostat, plus longue et plus lourde que la partie postérieure, tend à s'abaisser; par conséquent la partie postérieure s'élève jusqu'à ce qu'elle rencontre le bord supérieur du trou optique. J'ai répondu que cette cause d'erreur était minime; que, d'ailleurs, étant commune à toutes les observations et agissant toujours dans le même sens, elle laissait subsister les résultats comparatifs. On peut se demander toutefois de quelle étendue est la déviation que subit ainsi l'aiguille orbitaire. Celle-ci a en général 2 millimètres de diamètre de moins que le trou optique (1); elle remonte donc d'environ 1 millimètre au-dessus du centre de ce

1. Le diamètre du trou optique étant variable, il faut que l'aiguille soit assez petite pour pénétrer dans le trou optique le plus étroit. D'ailleurs une aiguille qui remplirait exactement le trou optique ne pourrait pas le traverser, parce que ce trou n'est pas à proprement parler un trou, mais un petit canal dont la direction n'est pas exactement dans l'axe de l'orbite. Le diamètre de l'aiguille orbitaire ne peut donc pas dépasser 3 millimètres.

trou, lequel est situé à environ 5 centimètres du trou central de l'orbitostat. Une déviation de 1 millimètre à 5 centimètres du centre représente un angle d'environ 1 degré. Il faudrait donc *relever* l'aiguille extérieure d'environ 1 degré pour la ramener dans l'axe du trou optique, et si nous ajoutons + 1 degré à notre moyenne de — 0°,81, nous arrivons sinon au zéro même, du moins à une si petite distance de zéro (dans le sens positif) que l'angle alvéolo-condylien, ainsi corrigé, peut être considéré comme nul.

Je n'ai pas compris dans la moyenne précédente de — 0°,81, les 11 crânes anormaux que j'ai choisis à dessein pour étudier les variations extrêmes de l'angle α. La plupart de ces crânes ont un angle α positif et parfois assez grand. En les réunissant aux 43 crânes normaux, la moyenne des 54 crânes du tableau passe de — 0°,81 à — 0°,34. Le peu d'influence de ces cas exceptionnels, accumulés exprès en proportion considérable, permet de croire qu'une moyenne générale de l'angle α ne sera jamais bien éloignée de zéro.

Sur les 43 crânes normaux, l'angle α est 3 fois au-dessus de + 5 degrés et 4 fois au-dessous de — 5 degrés. Ainsi, dans les six septièmes des cas le plan alvéolo-condylien fait avec le plan de la vision horizontale un angle de moins de 5 degrés.

L'angle est au-dessus de + 4 degrés, dans 7 cas, au-dessous de — 4 degrés dans 6 cas. Il est donc de moins de 4 degrés dans les cinq septièmes des cas (30 fois sur 43). Enfin, il est de moins de 3 degrés dans plus de la moitié des cas (23 fois sur 43).

Si l'on compare ces variations avec celles que présentent les autres caractères craniologiques, on arrive à reconnaître que le caractère fourni par la direction du plan avéolo-condylien est au nombre de ceux qui offrent le plus de fixité dans le crâne humain.

Un fait digne de remarque, c'est que sous ce rapport les crânes de type éthiopique ne diffèrent que très-peu de ceux du type caucasique. Les crânes des fœtus de notre race ne diffèrent pas non plus notablement de ceux des adultes. Chez les nègres, comme chez les Européens, la moyenne est négative, et un peu supérieure à 1 degré.

La seule différence ethnique qui paraisse se dégager de cette

étude est relative aux crânes du type mongolique, qui m'ont donné une moyenne de + 3°,31. La différence entre cette moyenne et les précédentes serait donc de 4 à 5 degrés, et elle mériterait d'être prise en considération, si mes séries partielles, surtout celle des crânes mongoliques, n'étaient pas si maigres.

Je ferai remarquer en outre que les déformations artificielles ou pathologiques du crâne tendent le plus souvent à faire monter l'aiguille orbitaire, c'est-à-dire à rendre l'angle α positif et quelquefois assez grand.

Cette observation s'applique surtout à l'influence de la microcéphalie. Sur les quatre microcéphales que j'ai étudiés, un seul a l'angle α négatif; cet angle, chez les trois autres, est de + 6°,26, + 7°,38 et + 9°,21, et la moyenne des quatre est de + 4°,77. On a vu plus haut que, par la petitesse de leur angle biorbitaire, les microcéphales tendent à se rapprocher du type des anthropoïdes. Nous trouvons ici une tendance analogue, et qui paraîtra même plus prononcée, si l'on songe surtout que les microcéphales que j'ai étudiés appartiennent tous à notre race, et que, par conséquent, sans l'anomalie dont ils sont atteints, leur angle α donnerait sans doute une moyenne peu différente de de celle de nos 20 crânes du type caucasique. Leur moyenne est donc supérieure de près de 7 degrés à celle des crânes de leur race. Cette différence représente le tiers de la distance qui existe sous ce rapport entre le type des races caucasiques et celui des singes anthropoïdes.

J'ai dû indiquer les résultats de mes recherches sur l'angle alvéolo-condylien de l'homme et sur les variations qu'il peut présenter sous l'influence pathologique et sous l'influence ethnique. Sans nier cette dernière influence, j'ai lieu de croire qu'elle n'est pas assez forte pour que l'angle avéolo-condylien puisse acquérir quelque importance comme caractère de race. Mais on va voir qu'il mérite de prendre place au nombre des caractères qui distinguent le plus nettement l'homme des anthropoïdes.

Les gorilles sont les seuls anthropoïdes qui figurent sur mes tableaux en nombre suffisant pour constituer une série. Les cinq gorilles que j'ai étudiés, trois mâles et deux femelles, tous adultes, m'ont donné un maximum de + 23°,55, un minimum de + 14°,90 et une moyenne de + 19°,31. Les deux angles les

plus faibles (14°,90 et 17°,19) sont ceux des femelles. L'un des mâles n'a que 17°,75; les deux autres ont plus de 23 degrés; il semble donc que, sous ce rapport comme sous plusieurs autres, les femelles soient un peu moins éloignées que les mâles du type humain.

L'angle minimum des anthropoïdes, celui du jeune orang, est encore de + 14°,20. Il est donc supérieur de près de 5 degrés au maximum de + 9°,66 observé chez l'homme. Mais ce maximum s'est présenté sur un crâne d'Aymara dénaturé par une déformation artificielle excessive; et le maximum que j'ai constaté sur les crânes humains non déformés n'est que de + 8°,63. D'une autre part on sait que les caractères distinctifs des anthropoïdes sont encore mal accusés chez les jeunes. Il convient donc de comparer le maximum des crânes humains normaux (+8°,63) avec le minimum des anthropoïdes adultes (+14°,90). La différence est alors de près de 6 degrés. Elle pourra diminuer lorsque les relevés porteront sur des observations plus nombreuses; mais elle est assez forte, je pense, pour n'être jamais franchie par les variations individuelles. L'angle alvéolo-condylien constitue donc un caractère distinctif très prononcé entre l'homme et ses plus proches voisins zoologiques.

Si, après avoir considéré les limites extrêmes des variations individuelles, nous considérons les moyennes, nous trouvons que la moyenne des anthropoïdes est supérieure de 20 degrés au moins à la moyenne humaine.

Chez la plupart des singes de la famille des pithéciens et de celle des cébiens, l'angle alvéolo-condylien est moins grand que chez les anthropoïdes, mais reste encore notablement plus grand que celui de l'homme. Cette dernière proposition toutefois n'est exacte que si l'on compare les moyennes, car si l'on tient compte des variations individuelles, on trouve que l'angle α des sajous (famille des cébiens) descend presque toujours au-dessous du maximum observé chez l'homme.

L'angle α ne constitue donc pas un caractère distinctif *absolu* du genre humain, puisque la distance qu'il établit entre l'homme et les autres animaux peut être franchie dans quelques cas, très-exceptionnels il est vrai, et presque toujours pathologiques. Mais si l'on ne rangeait au nombre des caractères humains que ceux

qui ne peuvent reparaître dans aucune autre espèce, la liste en serait bien courte. La marche bipède, qui nous distingue des autres mammifères, se retrouve chez les oiseaux; quelques-uns y joignent même une attitude presque aussi verticale que la nôtre. D'autres oiseaux peuvent apprendre à articuler les sons de la voix. L'opposition parfaite des doigts existe chez le caméléon, etc. Un caractère ne cesse d'être distinctif que lorsqu'il est commun à une espèce et à l'une de celles qui l'avoisinent immédiatement. Si les singes dont l'angle α se rapproche un peu du nôtre étaient des anthropoïdes, cet angle serait dans les mêmes conditions que l'angle de Daubenton; tout en conservant beaucoup d'importance, il n'aurait plus la valeur d'un caractère humain.

Mais les sajous n'appartiennent ni à la famille des anthropoïdes, ni à celle des pithéciens; ils n'occupent même ni le premier rang, ni le second de la famille des cébiens, et lorsque, à une si grande distance de nous, nous voyons apparaître chez eux un caractère qui les rapproche du type humain, nous ne devons pas méconnaître pour cela la valeur distinctive de ce caractère.

Au-dessous de l'ordre des primates, l'angle α est en général plus ouvert que chez la plupart des singes, mais il est quelquefois plus petit que celui des makis et des hurleurs. Je l'ai vu descendre à 18°,41 sur un chat, et monter à 47°,61 chez un sanglier; ce sont les limites extrêmes des oscillations que j'ai constatées chez les carnassiers, les pachydermes, les ruminants et les rongeurs.

J'estime qu'il est en moyenne de 18 à 20 degrés chez les singes, de 25 degrés chez les carnassiers, de 32 à 35 degrés chez les pachydermes; et si le tableau s'arrêtait là, on pourrait supposer qu'il y a un certain rapport entre l'ouverture de cet angle et la position que ces divers ordres occupent dans la série des mammifères. Mais l'angle α des ruminants paraît descendre en moyenne au-dessous de 30 degrés; celui des rongeurs paraît plus petit que celui des pachydermes; j'ai lieu de croire par conséquent que cet angle ne constitue pas un caractère sériaire d'une valeur générale.

Ce résultat ne doit pas nous étonner. Admettant comme probable que les animaux tendent, comme nous, à prendre une attitude qui rend horizontal le plan de leurs axes visuels (ou de leurs aiguilles biorbitaires), nous pouvons nous servir de l'angle α

pour reconnaître sur le crâne sec l'attitude naturelle de la tête. Comme la direction des axes visuels par rapport à la direction de la colonne vertébrale et celle de la colonne vertébrale par rapport au sol ne sont assujetties à aucune règle fixe, l'angle α ne mesure pas exactement le degré d'inclinaison de la tête; mais cette inclinaison influe sur lui d'une manière notable.

On conçoit, d'après cela, que l'angle α soit à son minimum chez les vrais bipèdes, qu'il s'accroisse ensuite beaucoup chez les singes, puis chez les carnassiers, et qu'il soit un peu moindre chez ceux-ci que dans les ordres suivants. Les carnassiers, quoique déjà décidément quadrupèdes, se rapprochent pourtant encore des primates par plusieurs caractères, et, pour ne parler que des caractères en rapport avec l'attitude de la tête, on sait que chez eux le trou occipital n'est pas encore arrivé tout à fait sur le derrière du crâne, et que l'angle de Daubenton est encore assez loin de la limite de 90 degrés, qu'il atteint dans les ordres suivants.

Mais de même qu'à partir des pachydermes, le trou occipital, parvenu sur le derrière de la tête, cesse de se déplacer, et que l'angle de Daubenton, parvenu à peu près à l'angle droit, cesse de grandir, de même l'angle alvéolo-condylien cesse de se développer d'une manière croissante. Pendant que le type quadrupède s'accentue de plus en plus, il y a une cause qui tend à faire accroître l'inclinaison de la tête, par conséquent à faire croître l'angle α : c'est l'attitude de plus en plus horizontale de l'animal. Cette cause, certes, n'est pas la seule ; elle a toutefois une certaine influence qui agit dans un sens déterminé. Mais elle cesse d'agir lorsque le type quadrupède est réalisé à son maximum, comme il l'est chez les pachydermes. Dès ce moment, les variations de l'attitude de la tête et de l'angle alvéolo-condylien ne dépendent plus des causes statiques, mais des causes dynamiques, qui ne sont soumises à aucune loi générale.

J'aurai dû peut-être ajourner ces remarques jusqu'au jour où je disposerai d'un plus grand nombre de faits. Mais je n'y attache ici qu'une importance tout à fait secondaire. Mon but, en recueillant quelques observations d'anatomie comparée, n'était pas d'étudier l'angle alvéolo-condylien dans la série animale, mais de jeter seulement un coup d'œil sur les premiers ordres des

mammifères, pour apprécier la valeur de cet angle considéré comme caractère distinctif de l'homme, et pour montrer en outre, par cet exemple, l'utilité pratique de l'application de la méthode trigonométrique aux études craniologiques.

Table trigonométrique pour l'angle alvéolo-condylien, et la formule x, θ, ρ.

Sinus en millim.	Cosinus en millim.	Angles.		Sinus en millim.	Cosinus en millim.	Angles.	
		Degrés.	Différences.			Degrés.	Différences.
1	99.986	0 57	0.57	51	86.02	30.66	0.67
2	99 97	1.14	0.57	52	85.41	31.33	0.67
3	99.94	1.71	0.58	53	84.80	32 00	0.68
4	99.91	2.29	0 58	54	84.16	32 68	0.70
5	99.87	2.87	0 57	55	83.52	33.38	0.67
6	99.81	3.44	0.58	56	82 85	34.05	0 70
7	99.75	4.02	0.57	57	82.15	34 75	0.70
8	99.67	4.59	0.57	58	81 45	35.45	0.70
9	99.59	5.16	0.58	59	80.74	35.15	0.71
10	99.49	5.74	0.57	60	80.00	36 85	0.73
11	99.38	6.31	0 58	61	79.23	37.59	0.73
12	99.27	6 89	0.58	62	78.45	38.32	0.73
13	99.14	7.47	0.58	63	77.65	39.05	0.74
14	99.01	8 05	0 58	64	76.83	39.79	0.76
15	98.86	8 63	0.58	65	75.98	40.55	0.75
16	98.71	9.21	0.58	66	75.12	41.30	0.77
17	98.55	9.76	0.58	67	74.22	42.07	0.78
18	98.36	10.37	0.58	68	73.30	42.85	0.78
19	98.18	10.95	0.58	69	72.37	43.63	0.80
20	97.97	11.53	0.59	70	71.40	44.43	0.80
21	97.76	12.12	0.59	71	70.41	45.24	0.82
22	97.54	12.71	0.59	72	69.40	46.06	0.83
23	97.31	13.30	0.58	73	68.34	46.89	0.84
24	97.07	13.88	0.59	74	67.26	47.73	0.86
25	96.82	14.47	0.60	75	66.13	48.59	0.88
26	96.55	15.07	0.59	76	64.98	49.47	0.89
27	95.28	15 66	0.60	77	63.79	50.36	0.90
28	96.00	16 26	0.60	78	62.58	51.26	0.93
29	95.71	16.86	0.60	79	61 30	52.19	0.94
30	95.39	17.46	0.60	80	59.99	53.13	0.97
31	95.06	18.06	0.60	81	58.63	54.10	0.99
32	94.73	18.66	0 61	82	57.23	55.09	1.01
33	94.39	19.27	0.61	83	55 77	56.10	1.05
34	94.04	19.88	0.60	84	54.24	57.15	1.07
35	93 67	20.48	0.62	85	52.66	58.22	1.10
36	93.29	21.10	0.62	86	51.02	59.32	1.13
37	92.90	21.72	0.61	87	49.31	60.45	1.20
38	92.50	22.33	0.62	88	47.48	61.65	1.22
39	92.08	22 95	0.63	89	45.59	62.87	1.31
40	91.64	23.58	0.62	90	43.58	64 16	1.35
41	91.20	24.20	0.63	91	41.45	65.51	1.42
42	90.75	24.83	0.64	92	39.18	66.93	1.51
43	90.28	25.47	0.63	93	36.74	68.44	1.62
44	89 80	26.10	0.64	94	34.10	70.06	1.75
45	89 30	26.74	0.65	95	31.22	71.81	1.90
46	88.78	27.39	0.64	96	28.05	73.71	2.22
47	88.26	28.03	0.66	97	24.30	75.93	2.61
48	87.71	28.69	0.65	98	21 57	77.54	4.41
49	87.16	29.34	0.66	99	14.05	81.93	8.07
50	86.60	30.00	0.66	100	0.00	90.00	0.00

Tableau I. — *Indication des transcriptions et calculs à effectuer pour la détermination des angles* α *et* 2ρ.

On n'a reproduit ici qu'un petit nombre d'observations pour servir d'exemple. Les numéros inscrits en tête des colonnes indiquent l'ordre suivant lequel elles doivent être remplies. Les valeurs de $\sin\theta$ et de $\sin\rho$, ayant été mesurées directement, ont été inscrites d'avance dans leurs colonnes, qui ne sont pas numérotées. Chez l'homme, les angles θ et α, ainsi que leurs sinus étant tantôt positifs et tantôt négatifs, il faut faire précéder leurs valeurs des signes + ou —. Chez les autres animaux, ces valeurs étant toujours positives, le signe n'est plus nécessaire.

	Éléments trigonométriques en millimètres.				Angles en degrés nonagésimaux.			
		4		5	1	6	2	3
	$\sin\theta$.	$\sin\rho$	$\cos\rho$	$\sin\alpha$	θ	α.	ρ.	2ρ.
	mm	mm	mm	mm	°	°	°	°
Bas-Breton....................	— 6	40	91.64	— 6.54	— 3.44	— 3.74	23.58	47.16
Auvergnat....................	— 2	43	90 28	— 2.21	— 1.14	— 1.26	25.47	50.94
Guanche....................	0	40	91.64	0	0	0	23.58	47.16
Microcéphale....................	+12	36	93.29	+12.86	+ 6.89	+ 7 38	21.10	42.20
Péruvien (Aymara) déformé	+15	45	89.30	+16.79	+ 8.63	+ 9.66	26.74	43.48
Gorille adulte ♀....................	28	36	93.29	30.01	17.47	17.75	21.10	42.20
Gorille adulte ♀....................	24	36	93.29	25.72	13.88	14.90	21.10	42.20
Mycètes (hurleur)................	36	43	90.28	39.87	21.10	23.49	25.47	50.94
Sajou....................	15	37	92 90	16.14	8.63	9.29	21.72	43.44
Maki....................	32	60	80.01	39.99	18 66	23.58	36 87	73.72
Chien....................	39	58	81.45	47.88	22.95	28.59	35.45	70.90
Cheval....................	31	81	58.63	52 87	18.06	31 91	54.10	108.20
Mouton....................	24	91	41.45	57.90	13.88	35 38	65.51	131.02
Vache....................	26	82	57.23	45.43	15.07	27.02	55.09	110.18
Lapin....................	13	97	24.30	53.49	7.47	32.33	75.93	151 86
Paca....................	40	82	57.23	69.89	23.58	44.34	55.09	110.18

Tableau II. — *L'angle alvéolo-condylien et l'angle biorbitaire chez l'homme et les animaux.*

	0	α	2ρ
TYPE CAUCASIQUE			
Europe.			
1 nouveau-né	—1.14	—1.25	49.66
2 —	—0.57	—0.63	53.48
3 —	—1.71	—1.84	44.66
Moyenne des trois	—1.14	—1.24	49.26
Adultes . 1 Bas-Breton	—3.34	—3.74	47.16
2 —	—5.16	—5.50	40.96
3 —	—1.71	—1.86	48.40
4 Auvergnat	—1.14	—1.26	50.94
5 —	—1.14	—1.25	49.66
6 Parisien	—3.44	—3.69	42.44
7 —	+4.02	+4.42	49.66
8 —	—1.14	—1.22	43.44
9 Corse	—5.74	—6.10	39.76
10 —	—5.74	—6.56	54.78
11 Cav. de l'Homme-Mort	—4.59	—4.97	45.90
12 —	—3.44	—3.80	50.94
13 Basque	—2.29	—2.47	44.66
14 —	—1.71	—1.84	43.44
15 Russe du Nord	+6.89	+7.48	45.90
16 Grec ancien	+3.44	+3.73	45.90
Moyenne des 16 Européens	—1.64	—1.79	46.56
Afrique.			
17 Guanche	0.00	0.00	47.16
18 —	+1.71	+1.85	45.90
19 —	—6.31	—6.89	47.16
20 Kabyle	—2.87	—3.09	44 66
Moyenne des 4 Caucasiens d'Afrique	—1.87	—1.98	46.22
Moyenne des 20 crânes caucasiques	—1.68	—1.83	46.49
TYPE MONGOLIQUE.			
1 Désert de Mongolie	—0.57	—0.64	54.78
2 Chinois	+4.59	+5.00	47.16
3	+8.05	+8.63	42.20
5 Iles Marquises	+4.02	+4.34	44.66
6 —	+4.02	+4.38	47.16
Moyenne des 6 crânes mongoliques	+3.07	+3.31	46.15
TYPE ÉTHIOPIQUE.			
1 Nègre	—1.14	—1.25	47.16
2 —	0.00	0.00	52.20
3 —	—2.87	—3.17	50.94
4 —	—0.57	—0.62	47.80
5 —	+4.59	+5.05	49.66
6 —	—1.74	—1.84	44.66
7 —	—0.57	—1.63	53.48
8 —	0.00	0.00	44.66
9 Nubien	—4.02	—4.42	49.68
10 —	—0.57	—1.63	53.48
11 —	—2.29	—2.57	54.78
12 —	—2.29	—2.49	47.16
13 —	0.00	0.00	41.56
14 Néo-Calédonien	0.00	0.00	49.66
Moyenne des 14 éthiopiques	—0.81	—1.04	49.06
Moyenne des 43 crânes normaux	—0.69	—0.81	47.47
CRANES ANORMAUX.			
Déformations artificielles.			
Aymara. Déformation couchée	+8.63	+9.66	43.48
Sacrificios. Déformation relevée	—1.71	—1.83	42.20
Déformations pathologiques.			
Mongol. Hydrocéphale	+6.89	+7.36	40.96
Irlandais. id.	—4.59	—4.83	40.42
Enfant. id.	—8.63	—9.47	45 90
Vieillard idiot	+8.05	+9.30	60.00
Femme adulte idiote	+5.16	+5.57	43.44
Microcéphales.			
1 Microcéphale	+6.89	+7.38	42.20
2 —	+8.63	+9.21	40.96
3 —	—3.44	—3.78	49.86
4 —	+5.74	+6.26	47.16

ANTHROPOÏDES.			
1 Gorille adulte ♂	21.72	23.16	39.76
2 — ♂	16.26	17.75	42.20
3 — ♂	22.33	23.55	33.72
4 — ♂	13.88	14.90	42.20
5 — ♂	16.26	17.19	37.32
Moyenne des 5 gorilles	18.09	19.31	39.04
Orang vieux ♂	26.10	28.53	45.90
— jeune	13.30	14.20	40.96
Chimpanzé jeune	14.47	15.48	40.96
Pithéciens			
Macaque	10.37	11.50	50.94
Jeune guenon	8.63	9.85	57.38
Magot	16.26	18.27	53.48
Cynocéphale	21.72	23.74	47.16
Cébiens.			
1 Mycétès (hurleur)	21.10	23.49	50.94
2 —	21.72	24.18	50.94
3 —	23.58	26.60	53.48
4 —	25.47	28.17	49.66
5 —	17.46	20.57	62.66
Moyenne des cinq hurleurs	21.86	24.60	53.53
Atèle	12.71	13.49	38.54
1 Sajou	6.89	7.33	39.76
2 —	5 74	6.14	42.20
3 —	8.63	9.29	43.44
4 —	5.74	6.13	40.96
Moyenne des 4 sajous	6.75	7.22	41.59
Lémuriens.			
Maki	18.66	23.58	73.72
CARNASSIERS.			
1 Chien	22.95	28.59	70.90
2 —	18.66	22.17	64.00

3 Chien	24.07	38.32	76.64
Moyenne des 3 chiens	20.09	24.94	70.51
1 Chat	13.88	18.41	81.10
2 —	23.58	28 14	64.00
3 —	23.58	27.49	60.00
Moyenne des 3 chats	20.28	24.68	68.36
Lion	23.58	28.37	65.36
1 Blaireau	20.48	26.21	69.50
2 —	16.26	20.10	70.90
PACHYDERMES.			
Grand cheval	22.33	40.28	110.18
Petit — adulte	18.06	31 91	108.20
1 Porc	27.39	37.20	81.10
2 —	20.48	33.30	100.72
3 —	18.66	26.23	87.26
Moyenne des 3 porcs	22.17	32.24	89.69
Grand sanglier	28.69	47.61	98.94
RUMINANTS.			
1 Mouton	9.21	22.70	131.02
2 —	8.05	22.39	136.88
3 —	15.07	41.57	133.86
4 —	13.30	30.30	125.74
5 —	13.88	35.38	131.02
6 —	10.37	21.41	120.90
Moyenne des 6 moutons	11.64	28.96	129.90
Vache	15.07	27.02	110.18
Veau de 3 mois	7.47	13.87	114.30
RONGEURS.			
Paca	23 58	44.34	110.18
1 Lapin	7.47	32.33	151.86
2 —	10.37	39.91	147.48
3 —	8.63	21.22	131.02
Moyenne des 3 lapins	8.82	31.15	143.43

SUR

L'ANGLE ORBITO-OCCIPITAL

(*Revue d'anthropologie.* T. VI, 1877, p. 335-432.)

J'appelle angle orbito-occipital l'angle qui mesure l'inclinaison du plan du trou occipital sur le plan biorbitaire, c'est-à-dire sur le plan horizontal déterminé par les deux aiguilles orbitaires.

Avant d'étudier cet angle, il est nécessaire de donner d'abord quelques explications sur le plan biorbitaire, puis d'apprécier la valeur des procédés auxquels on a eu recours jusqu'ici pour déterminer le degré de l'inclinaison du plan du trou occipital.

§ 1. — *Le plan biorbitaire.*

Tous ceux qui ont étudié le problème si compliqué de l'attitude de la tête humaine, savent qu'aucun des plans déterminés anatomiquement sur le crâne n'est réellement fixe, qu'aucun surtout n'est absolument et constamment horizontal. Les recherches craniologiques exigent cependant que le crâne soit orienté d'une manière précise, et chaque auteur choisit à cet effet le plan qui lui paraît à la fois le moins variable et le plus rapproché de la direction horizontale ; l'un donne la préférence au plan de Camper, d'autres au plan de Baer, ou au plan de Merkell, ou au plan alvéolo-condylien, etc. Ces divers plans sont loin sans doute d'avoir le même degré de précision et d'exactitude ; tous néanmoins donnent au crâne humain une direction qui, le plus souvent, ne s'éloigne pas beaucoup de l'attitude naturelle.

Mais les anthropologistes se priveraient d'une de leurs ressources les plus fécondes et les plus instructives, s'ils renon-

çaient au concours de la craniologie comparée. Lorsqu'on veut apprécier la signification des différences que présente, suivant les individus et suivant les races, un caractère morphologique ou craniométrique, il est nécessaire d'étudier le même caractère dans la série des mammifères, ou au moins dans la série des primates. La question de l'attitude de la tête ne se pose donc pas seulement pour l'homme; elle se pose aussi pour les autres animaux. Or, il est de toute évidence que tous les plans anatomiques qui donnent au crâne humain une direction plus ou moins naturelle, donnent au crâne de la plupart des animaux une attitude très-fausse et très-choquante.

Au milieu des divergences énormes que présentent chez les mammifères tous les caractères craniologiques, à raison du développement relatif des diverses parties du crâne et de la face, il n'y a qu'un fait constant, et ce fait n'est pas de l'ordre anatomique, il est de l'ordre physiologique : c'est la direction naturelle du regard vers l'horizon. Un animal doit pouvoir vivre avec ses pareils; c'est avec eux qu'il entretient ses relations les plus essentielles; ce sont eux surtout qu'il a besoin de voir. En outre, dans toutes les actions de sa vie, soit qu'il cherche sa proie, soit qu'il surveille l'ennemi, il a besoin d'explorer au loin les objets qui l'entourent. La direction la plus utile et par conséquent la plus ordinaire de ses yeux est donc celle qui les porte vers l'horizon. Lorsque les yeux peuvent, sans effort ni travail, prendre cette direction, la tête est dans son attitude naturelle. Laissons dire au poëte que l'homme regarde fièrement le ciel et que l'animal regarde humblement la terre. Tous deux regardent naturellement l'horizon, et c'est précisément là ce qu'il y a de commun entre eux.

Des expériences physiologiques que j'ai exposées ailleurs (1) prouvent que le point le plus sensible de la rétine est celui qui reçoit les rayons horizontaux, lorsque l'homme debout regarde naturellement devant lui. Ces expériences, que l'observateur fait sur lui-même, ne peuvent être répétées sur les animaux; mais il est extrêmement probable que les conditions physiologiques sont

1. *Sur le plan horizontal de la tête, et sur la méthode trigonométrique*, dans *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1873. 2e série, t. VIII, p. 66-68 et dans ce volume p. 397.

les mêmes chez eux, et que les objets placés au niveau de leur tête sont ceux qu'ils voient le plus nettement.

Ce plan de la vision horizontale est purement physiologique. On peut néanmoins le retrouver sur le crâne, avec une approximation suffisante, à l'aide d'un procédé fort simple. Supposez une ligne tirée, de chaque côté, du trou optique au centre de l'ouverture orbitaire; cette ligne représentera assez exactement la direction naturelle de l'axe de l'œil au repos; on la détermine aisément à l'aide de l'aiguille orbitaire et de l'orbitostat.

L'*aiguille orbitaire* est une aiguille à tricoter, longue de 25 centimètres et parfaitement rectiligne.

L'*orbitostat* est un petit instrument qui se déploie dans l'ouverture orbitaire, et dont les deux branches viennent se fixer par pression sur les bords des deux arcades orbitaires. Une pièce centrale, qui reste toujours à égale distance des deux branches, est percée d'un œil pour le passage de l'aiguille orbitaire. On peut fixer de plusieurs manières la pièce centrale. Je m'étais servi d'abord de l'orbitostat à *branches divergentes*, sorte de grande pince à pression excentrique, analogue à celle que les chirurgiens emploient pour tenir les paupières ouvertes; sur les deux extrémités de la pince s'adaptait un tube en caoutchouc très-homogène, portant dans le milieu de sa longueur un petit œillet de métal; mais le poids de l'aiguille tendait toujours à abaisser un peu le trou central. J'ai donc substitué à cet instrument l'orbitostat à *branches parallèles*, mis en mouvement



Fig. 18. — Le nouvel orbitostat (demi-grandeur).

soit par une crémaillère, soit par une vis (1). L'orbitostat à vis ne laisse rien à désirer sous le rapport de la précision, et peut s'adapter aux orbites de toutes dimensions; mais le maniement

1. L'orbitostat à crémaillère et l'orbitostat à vis sont décrits et figurés dans mon *Mémoire sur le plan horizontal de la tête*, voir *Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 1873, p. 69 et 70 et dans ce volume p. 414.

n'en est pas assez rapide, car le pas de vis est très-court, et il faut faire un grand nombre de tours pour passer d'une grande orbite à une petite. Cet inconvénient s'est montré surtout lorsque j'ai voulu multiplier mes recherches de craniologie comparée. Alors j'ai repris l'orbitostat à branches divergentes, en remplaçant le tube en caoutchouc par deux petits ressorts à boudin, et en choisissant des aiguilles assez fines pour que leur poids n'altérât pas sensiblement l'égalité d'action des ressorts; mais ces aiguilles trop légères ne gardaient pas aisément leur rectitude. L'instrument est devenu plus commode et plus pratique, grâce à une ingénieuse modification qui m'a été suggérée par M. Drouault. La pièce centrale, au lieu d'aboutir aux extrémités libres des deux branches divergentes, s'insère en A sur leur articulation (fig. 18). C'est une tige d'acier AB, aussi longue que les branches, et portant une rangée de petits trous à son extrémité; sur elle glisse à frottement un bouton C qui, en reculant, force les deux branches à s'écarter également. Ce bouton, dans l'origine, marchait sur un pas de vis; on pouvait ainsi le faire reculer autant qu'on voulait, et augmenter *ad libitum* l'écartement des branches; toutefois le maniement de la vis faisait perdre un peu de temps, et j'ai reconnu que le bouton à frottement suffit parfaitement, pourvu que l'écartement des branches ne dépasse pas 45 degrés; au-delà de 45 degrés, la pression des branches repousserait le bouton en avant; mais en donnant aux branches une longueur de 9 à 10 centimètres, et au bouton une largeur de 15 millimètres, on peut obtenir une ouverture supérieure aux dimensions des plus grandes orbites, sans atteindre l'écartement de 45 degrés. En outre, deux échancrures entaillées symétriquement sur les bords du bouton, permettent de réduire la largeur de celui-ci à 7 millimètres, pour la mensuration des plus petites orbites.

L'instrument, ainsi disposé, s'adapte avec une égale facilité et une égale rapidité, aux orbites des plus petits singes et à celles des grands pachydermes. Il suffit d'une seconde pour le mettre en place, il suffit d'une autre seconde pour introduire l'aiguille orbitaire dans le trou optique, à travers l'un des trous de la tige centrale. Ces trous forment une rangée transversale; on choisit celui qui est à égale distance du bord interne et du bord externe

de l'orbite; de la sorte, l'aiguille occupe exactement l'axe de la cavité orbitaire, et sa partie extérieure, longue de plus de 15 centimètres, indique nettement à l'observateur la direction de cet axe.

Ce petit instrument, vraiment très-commode, est construit par M. Mathieu. Le prix en étant très-modéré, on peut en avoir plusieurs, ce qui facilite beaucoup les comparaisons.

Cela posé, prenons un certain nombre de crânes d'hommes, de singes grands ou petits, de carnassiers, de ruminants, etc.,



Fig. 19. — Orang femelle



Fig. 20. — Mycètes.

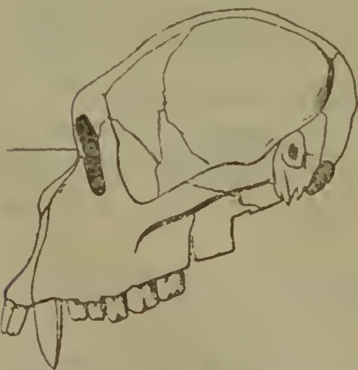


Fig. 21. — Magot.

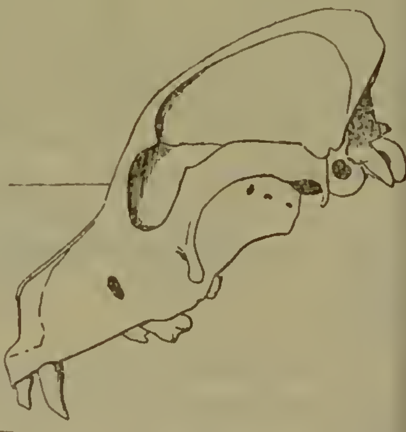


Fig. 22. — Chien de berger.

Crânes d'animaux dessinés au diagraphe, avec leur aiguille orbitaire horizontale

introduisons-y les aiguilles orbitaires, et déposons-les devant nous sur une table, après avoir enlevé leurs mâchoires inférieures. Nous verrons d'abord que sur les crânes humains les

deux aiguilles orbitaires sont à peu près horizontales; elles ne le sont pas tout à fait, parce que le plan de la table ne représente pas exactement le plan horizontal du crâne; mais elles sont du moins peu inclinées. Sur les crânes d'animaux, au contraire (voy. pl. I), les aiguilles orbitaires remontent toujours beaucoup (1). Les animaux, dans cette position, ne verraient devant eux que le ciel, et leur attitude serait évidemment contre nature; mais prenons alors chaque crâne, posons-le sur le crâniostat, fixons-le dans la position qui rend les deux aiguilles horizontales (2), et nous verrons aussitôt la tête prendre une direction parfaitement naturelle (voy. fig. 19 à 22).

Nous pourrons nous en assurer en comparant cette direction avec celle que l'on observe sur les squelettes montés avec soin. Certes, l'attitude de la tête des squelettes est loin de fournir un terme de comparaison bien rigoureux; on sait toutefois que les monteurs de squelettes s'attachent aujourd'hui à reproduire autant que possible l'attitude naturelle des animaux, conformément aux indications qui leur sont fournies par les zoologistes; lorsqu'il s'agit d'un animal dont les allures sont bien connues, la direction de la tête est généralement correcte, et on constate alors qu'elle est semblable à celle du crâne orienté sur le craniostat au moyen des aiguilles orbitaires. Mais lorsque l'animal est rare et peu connu, les monteurs de squelettes sont quelquefois fort embarrassés; et à défaut de données certaines, ils se bornent à donner à la tête l'attitude la plus probable; je pense que, dans ces cas douteux, le procédé d'orientation à l'aide des aiguilles orbitaires pourra leur rendre des services réels.

Ainsi, le plan biorbitaire n'a pas seulement l'avantage de donner au crâne humain la seule orientation qui soit indépendante des variations individuelles ou ethniques; il offre en outre à la

1. Chez les animaux qui ont les orbites très-divergentes, l'aiguille orbitaire est quelquefois peu relevée; c'est ce qui a lieu par exemple chez les lapins; mais le *plan* déterminé par les deux aiguilles orbitaires est au contraire très-relevé. Je reviendrai plus loin sur ce fait géométrique.

2 Le craniostat pour le crâne humain est décrit et figuré dans les *Bull. de la Soc. d'anth.* 1873, p. 65 et dans ce volume p. 410. Le craniostat pour l'anatomie comparée est construit sur les mêmes principes, mais avec des dimensions plus grandes et avec quelques changements d'ordre secondaire, qu'il serait superflu de détailler ici. On reconnait que les deux aiguilles orbitaires sont horizontales en mesurant, en deux points suffisamment espacés, leur hauteur au-dessus de la table du craniostat.

craniologie comparée une ressource précieuse, puisqu'il fournit un point de départ commun aux comparaisons que l'on établit entre les crânes des diverses espèces de mammifères.

Ce plan toutefois n'est pas un plan anatomique. Un plan anatomique doit avoir ses points de repère sur le squelette même. Le centre de l'ouverture orbitaire ne remplit pas cette condition, puisque ce n'est qu'un point virtuel. Je pense donc que le plan biorbitaire ne répond pas aux besoins de la craniographie et de la craniométrie usuelle, et qu'il n'y a pas lieu de l'adopter dans la pratique pour déterminer l'attitude des crânes mis à l'étude. Mais ce plan, étant à la fois fixe et horizontal, permet de mesurer avec précision le degré d'inclinaison des autres et d'en apprécier en même temps le degré de variabilité. C'est ainsi que j'ai pu, dans mes mémoires sur le plan horizontal de la tête, auxquels je demande la permission de renvoyer le lecteur, constater que le plan alvéolo-condylien est le moins variable de tous les plans anatomiques du crâne, et le plus rapproché, en moyenne, de la direction horizontale (1).

Pour mesurer le degré d'inclinaison d'un plan quelconque sur le plan biorbitaire, c'est-à-dire sur le plan horizontal, on peut recourir à deux méthodes bien différentes, également bonnes, mais très-inégalement rapides : la méthode graphique et la méthode trigonométrique. Je les exposerai plus loin, mais je dois dire auparavant comment j'ai été amené à étudier la direction du trou occipital par rapport au plan biorbitaire.

§ 2. — *De la direction du trou occipital. — Des angles qui la mesurent.*

J'ai publié en 1873, dans le tome II de la *Revue d'anthropologie* et plus loin dans ce volume, un mémoire assez étendu sur la direction du trou occipital. J'y ai exposé les recherches de Daubenton, dont les résultats sont restés longtemps classiques, et j'y ai consigné ensuite les résultats bien différents auxquels

1. *Sur le plan horizontal de la tête*, dans *Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 1873, t. VIII, p. 48-92 et dans ce volume p. 397. — *Quelques Résultats de la détermination trigonométrique de l'angle alvéolo-condylien et de l'angle biorbitaire.* Même vol., p. 150-179 et dans ce volume p. 487. — *Nouvelles Recherches sur le plan horizontal de la tête et sur le degré d'inclinaison des divers plans crâniens.* Même volume, p. 542-562 et dans ce volume p. 435.

mes propres recherches m'ont conduit. Obligé de revenir aujourd'hui sur ce sujet, je n'aurai pas à entrer dans les mêmes détails, mais je ne puis me dispenser pourtant de rappeler les faits principaux.

Daubenton, dans son célèbre mémoire de 1764 (1), énonça pour la première fois l'idée parfaitement juste que la direction du trou occipital constitue l'un des meilleurs caractères de l'attitude plus ou moins bipède, plus ou moins quadrupède des animaux. Le trou occipital des vrais bipèdes est situé vers le milieu de la face inférieure du crâne, tandis que celui des vrais quadrupèdes est situé sur la partie postérieure du crâne; et comme une ouverture qui recule, sur une surface qui remonte, doit nécessairement se relever, la position et la direction du trou occipital sont solidaires l'une de l'autre. Il suffit donc de déterminer celle-ci pour connaître en même temps celle-là. Telle fut l'idée de Daubenton, et elle conserve aujourd'hui encore toute

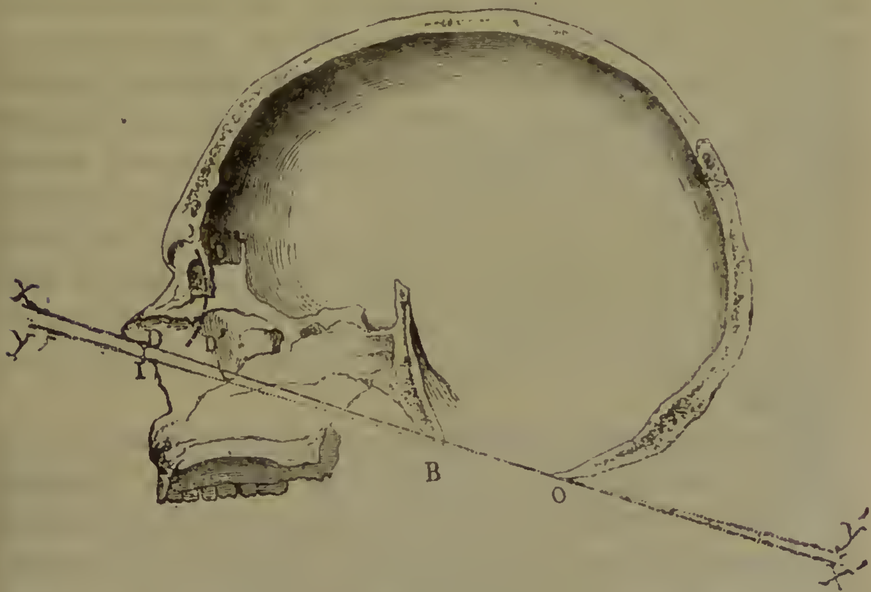


Fig. 23 — Coupe médiane d'un crâne parisien. L'angle de Daubenton XOY est égal à + 3°.

sa valeur, quoique les applications qui en ont été faites jusqu'ici, aient donné des résultats défectueux.

Pour apprécier la direction si variable du trou occipital, Dau-

1. Daubenton, *Mémoire sur les différences de la situation du grand trou occipital dans l'homme et les animaux*. — *Mémoires de l'Académie des sciences*, 1764.

benton eut recours à une mesure angulaire, innovation féconde, qui marqua le début, bien timide encore, de la craniologie scientifique. Il fallait, pour cela, rapporter cette direction à celle d'un plan fixe ou réputé tel. Le plan fixe que choisit Daubenton fut celui qui passe en arrière sur l'opisthion (milieu du bord postérieur du trou occipital) en avant sur le bord inférieur des deux orbites. Sur les dessins de profil, ce plan est représenté par une ligne, appelée la *ligne de Daubenton* (fig. 23, XX′) ; une autre ligne, YY′, menée de l'opisthion au bassion, donne la direction du trou occipital ; je l'appellerai la *ligne occipitale*. Ces deux lignes se coupent sur l'opisthion, interceptant un angle XOY qui est l'*angle de Daubenton*.

Notre figure 23 représente une coupe médiane du crâne ; on y a reporté aisément, au point D, une marque qui donne le niveau du bord inférieur de l'orbite ; cette marque est tracée au crayon sur le bord de l'ouverture nasale, et la ligne de Daubenton peut être ainsi tirée avec sûreté, quoique la région orbitaire ne soit pas visible. Mais Daubenton opérait sur des crânes entiers, et s'il avait l'avantage d'apercevoir le bord orbitaire, toujours apparent sur le profil, il n'apercevait jamais le basion ; souvent même l'opisthion était masqué ; de sorte qu'après avoir dessiné le profil du crâne, il fallait y reporter approximativement, *au jugé*, la position de l'un de ces points de repère ou de tous les deux. A cette incertitude se joignait celle des dessins eux-mêmes ; car on ne connaissait pas encore les dessins rigoureux obtenus aujourd'hui par des moyens mécaniques ou par la photographie.

En procédant ainsi, Daubenton crut reconnaître que son angle occipital constituait une caractéristique absolue de l'homme. Suivant lui, cet angle était à peu près nul, ou plutôt de 3 degrés chez tous les hommes ; il s'élevait à 37 degrés chez l'orang d'Afrique (chimpanzé), à 47 degrés chez le maki, à 80 degrés chez le chien, à 90 degrés enfin chez le cheval et chez la plupart des quadrupèdes. Il y avait donc entre l'homme, bipède parfait, et les singes, qui sont intermédiaires entre les bipèdes et les quadrupèdes, une différence de 34 degrés, et cette différence était d'autant plus significative que l'angle occipital — Daubenton le croyait, du moins — était le même chez tous les hommes.

Ces résultats ont été admis pendant plus d'un siècle sans contestation ni contrôle; sans contestation, parce qu'ils satisfaisaient l'esprit; sans contrôle, parce que le procédé de l'auteur était d'une application très-laborieuse. Mais le *goniomètre occipital* que j'ai décrit en 1872 (1) permet maintenant de mesurer l'angle de Daubenton en quelques secondes, avec autant de facilité que d'exactitude, et, grâce à cet instrument, j'ai pu constater deux faits généraux entièrement contraires aux conclusions de Daubenton : en premier lieu, l'angle de Daubenton, loin d'être invariable chez l'homme, présente, suivant les individus et suivant les races, des différences qui peuvent aller jusqu'à 35 degrés; c'est donc l'un des caractères les plus variables du crâne humain; en second lieu, ce caractère, loin de creuser entre l'homme et les singes un profond hiatus, n'établit entre eux qu'une démarcation incertaine, qu'une distance médiocre, franchie même quelquefois par les écarts individuels.

Sur le premier point, j'ai reconnu d'abord que le plan du trou occipital ne passe pas toujours, comme on le croyait, au-dessous de la ligne de Daubenton; qu'il peut remonter jusque sur elle en donnant un angle nul, et même plus haut encore, au-dessus d'elle, en donnant un angle *négatif*. Ce dernier résultat est tellement commun, que dans beaucoup de races humaines la moyenne de l'angle est négative. Dans d'autres races, au contraire, l'angle est toujours positif. Les variétés individuelles sont comprises entre la limite de — 16 degrés chez un Auvergnat, et + 19 degrés chez un Hottentot ; l'écart s'élève donc à 35 degrés.

Sur le second point, j'ai constaté que l'angle de Daubenton peut descendre chez certains singes *adultes* jusqu'à + 16 degrés et + 15 degrés, c'est-à-dire à 4 degrés au-dessous de la limite de + 19 degrés observée chez l'homme.

Ces faits, qui résultent de l'étude de plus de 1 200 crânes d'hommes et d'animaux, ont été exposés en détail dans le tome II de la *Revue d'anthropologie* (2). Ceux de mes lecteurs qui vou-

1. *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 2e série, t. VII, p. 654 (4 juillet 1872) et plus loin dans ce volume. Ce goniomètre n'est applicable qu'à l'homme et aux singes. J'ai décrit en 1874, dans mon mémoire sur la *direction du trou occipital*, un goniomètre moins commode, mais applicable à tous les animaux. (*Revue d'anthropologie*, 1873, t. II, p. 205 et plus loin dans ce volume).

2. *Recherches sur la direction du trou occipital et sur les angles occipitaux et*

dront bien s'y reporter y trouveront des relevés très-complets que je ne dois pas reproduire ici, mais d'où j'ai cru devoir cependant extraire quelques chiffres, consignés sur un petit tableau annexé au présent mémoire (Voir le tableau n° 2.).

L'angle de Daubenton a perdu l'importance zoologique qu'on lui avait attribuée comme caractéristique absolue de l'homme; mais il en a acquis une autre à laquelle on était loin de s'attendre. Il a pris rang au nombre des caractères anthropologiques les plus remarquables, car si, au lieu de considérer les individus, on considère les *moyennes ethniques,* on reconnait qu'il établit entre les races humaines des divers types des différences bien tranchées, et conformes le plus souvent à la gradation hiérarchique de ces races. On reconnaît, en outre, que la plus forte moyenne ethnique, celle des nègres de Nubie, ne dépasse pas + 9°,34, qu'elle reste par conséquent inférieure de 5 à 6 degrés aux minima individuels observés chez les singes. Cette différence est bonne à constater, sans doute, mais elle est évidemment trop faible, eu égard à la nature du caractère que l'on se proposait de déterminer au moyen de l'angle de Daubenton. S'il était vrai que cet angle fût l'expression exacte de l'attitude plus ou moins bipède, plus ou moins quadrupède des animaux, comme on l'a admis d'après Daubenton, il devrait établir entre les races humaines les plus inférieures et les singes les plus élevés une distance beaucoup plus considérable; il faudrait surtout que cette distance fût assez grande pour que les écarts individuels ne pussent jamais la franchir, car personne ne voudra croire que les singes chez lesquels l'angle de Daubenton descend à + 18 degrés, à + 16 degrés, à + 15 degrés, soient des bipèdes plus parfaits que le Hottentot dont l'angle s'élève à + 19 degrés (sans parler de neuf autres individus du type éthiopique, chez lesquels cet angle a atteint ou dépassé + 15 degrés).

Cet entre-croisement prouve manifestement que l'angle de Daubenton ne mesure pas la vraie inclinaison du trou occipital; c'est parce que le prétendu plan fixe sur lequel Daubenton a placé le zéro de son angle est lui-même un plan très-instable,

basilaire, voir *Revue d'anthropologie,* 1873, t. II, p. 193-234 et plus loin dans ce volume.

dont la direction dépend de plusieurs conditions très-diverses, entre autres, de la hauteur si variable de l'orbite.

Désirant supprimer cette dernière cause d'incertitude, j'ai essayé d'abord de substituer à la ligne de Daubenton une ligne partant également de l'opisthion, mais aboutissant à la racine du nez. J'ai mesuré ainsi le *second angle occipital* qui ne s'est pas montré plus fidèle que l'angle primitif de Daubenton. J'ai alors eu recours à une troisième ligne certainement plus correcte que les deux précédentes : c'est la *ligne naso-basilaire* d'Aeby, étendue du basion à la racine du nez. Cette ligne, sur laquelle les variations de la face n'exercent qu'une influence indirecte et assez restreinte, représente la direction générale de la base du crâne en avant du trou occipital. J'ai donné le nom d'*angle basilaire* à l'angle compris entre elle et la ligne du trou occipital. Cet angle, dont le sommet est sur le basion, a l'avantage de ne pas être influencé par la longueur du trou occipital, caractère très-instable qui peut produire des différences de plusieurs degrés lorsque le sommet est placé sur l'opisthion.

Après avoir ainsi simplifié le problème, par l'élimination de deux de ses éléments les plus variables, j'espérais obtenir des résultats plus satisfaisants. Je ne puis pas dire que cette espérance ait été tout à fait vaine ; l'angle basilaire, étudié dans la série des mammifères, corrige, quoique incomplétement, quelques-unes des irrégularités de l'angle de Daubenton ; c'est ce qui ressort d'un travail spécial de MM. Augier et Julien, communiqué à la section d'anthropologie de l'Association française (1). En outre, dans la comparaison de l'homme et des singes, il augmente un peu la distance comprise entre ces deux groupes, de sorte que les plus grands écarts individuels ne donnent plus qu'un entre-croisement de 1 degré au lieu de 4 degrés (un nègre, 37 degrés, une femelle d'orang adulte et une femelle de chimpanzé adulte, 36 degrés). J'ajoute que, sur les 1 200 crânes humains que j'ai examinés, il n'y en a qu'*un seul* qui atteigne la limite inférieure de l'angle basilaire des singes, tandis que dix, parmi lesquels figurent deux crânes de femmes, atteignent ou dépassent 15 degrés, limite inférieure de l'angle de Daubenton

1. Augier et Julien, *Sur les angles occipitaux et basilaire*. Dans *Association française pour l'avancement des sciences*. Session de Lille, 1873, p. 566-575.

chez les singes. (Voyez à la fin du présent mémoire le petit tableau n° 2, extrait des tableaux plus étendus publiés dans le tome II de la *Revue d'anthropologie*, p. 233 et 234 et plus loin dans ce volume).

Les chiffres de l'angle basiliaire sont donc moins incohérents que ceux de l'angle de Daubenton. Il est évident, néanmoins, qu'ils n'expriment pas correctement la direction du trou occipital et l'attitude de la tête, puisqu'ils feraient croire que certains singes sont aussi bipèdes que certains hommes.

Quelle est la cause de ce résultat paradoxal? C'est toujours celle que j'ai déjà signalée; c'est le défaut de fixité de la prétendue ligne fixe sur laquelle on mesure l'inclinaison du trou occipital. La ligne naso-basilaire est certainement plus stable que la ligne de Daubenton, mais elle ne l'est pas assez cependant pour servir de base à la détermination de l'obliquité des autres lignes crâniennes. La position relative des deux points où elle aboutit, c'est-à-dire du basion et de la racine du nez, résulte de la combinaison de plusieurs conditions variables. Pour passer du premier point au second, il ne s'agit pas de tirer purement et simplement une ligne droite de l'un à l'autre, comme on le fait sur une coupe médiane du crâne : il faut suivre, dans la cavité crânienne, les changements de direction que subit la base de l'encéphale. On voit alors que cette base, à partir du basion, repose d'abord sur la face postéro-supérieure de l'apophyse basilaire. Cette face, nommée par les auteurs allemands le *plan du clivus*, remonte plus ou moins obliquement, en faisant avec le plan du trou occipital un angle très-variable, que M. Ecker appelle l'*angle des condyles* et que nous appelons ici l'angle d'*Ecker* (1); elle s'étend, sur la gouttière basilaire, jusqu'au bord supérieur de la lame carrée; là, en faisant abstraction de la dépression de la selle turcique, on voit que la base de l'encéphale change brusquement de direction pour se porter en avant,

1. M. M. Landzert, de Saint-Pétersbourg, avait déjà mesuré, en 1867, l'angle intercepté entre le plan du clivus et le plan du trou occipital. Il avait trouvé que cet angle était de 120 degrés chez les Australiens, de 123 degrés chez les Russes, de 128 degrés chez les Allemands (Landzert, *Beiträge zur Craniologie*. Francfort, 1867, in-4°, s. p. 14). Mais les deux lignes qu'il avait écrites à ce sujet étaient oubliées, lorsque M. Ecker a repris la question sur de nouvelles bases, l'a développée et en a fait ressortir l'importance. (A. Ecker, *Uber die verschiedene Krümmung des Schädelsrohres, etc.*, dans *Archiv für Anthropologie*, 1870. Bd IV, s. 296).

en faisant avec le plan du clivus un angle très-variable encore, que l'on peut appeler d'une manière générale l'*angle sphénoïdal.*

Ce nom général exprime l'idée d'un changement de direction qui s'effectue au niveau du sphénoïde, fait dont l'importance, entrevue par M. L. Fick (1), et démontrée par M. Virchow, a été confirmée par les recherches de MM. Lucæ, Welcker et Landzert. Mais, qu'est-ce que l'angle sphénoïdal? Quels sont les points de repère des lignes qui le forment? Les auteurs sont loin de s'entendre à ce sujet. M. Welcker, qui a donné les points de repère les plus précis, place comme M. Virchow le sommet de l'angle de la selle (*Sattelwinkel*) sur le bord antérieur de la selle turcique, et tire de là deux lignes : l'une vers le basion, l'autre vers la racine du nez. Mais les autres auteurs placent le sommet plus en arrière, vers le bord postérieur de la selle, au point virtuel où se coupent la ligne du clivus et la ligne qui représente le prolongement du *planum sphenoidale* (surface olfactive du sphénoïde ou face supérieure du sphénoïde antérieur) ; de là, M. Fick tire une ligne vers la racine du nez, tandis que M. Landzert suit simplement la direction du *planum sphenoidale,* et obtient ainsi, pour le côté supérieur de son angle, une ligne qui va aboutir, sur le profil du crâne, à une distance variable de la racine du nez. On mesure donc l'angle sphénoïdal de plusieurs manières très-différentes, et ce qu'il y a de plus utile à constater ici, c'est que les conclusions qui découlent de ces mensurations changent beaucoup, au point de devenir contradictoires, lorsque l'on adopte tel ou tel procédé. Pourquoi ces contradictions? Parce que la direction de la base du crâne en avant du clivus dépend de plusieurs variables, parce que la direction de l'ethmoïde ne fait pas exactement suite à celle du sphénoïde, et parce qu'enfin la racine du nez ne correspond exactement ni au niveau de la face supérieure du sphénoïde antérieur, ni au niveau de celle de l'ethmoïde.

Ainsi la position relative du basion et de la racine du nez est la résultante d'un grand nombre de conditions diversement combinées suivant les individus, suivant les races et suivant les

1. Ludwig Fick, *Ubor die Architectur der Schädels der cerebrospinal organismen*, dans Muller's *Archiv per anat. and phyrdolyue*, 1853, s. p. 128.

espèces. Ce n'est pas tout; il n'y a pas à considérer seulement les changements successifs de la direction de la base de l'endocrâne; il faut tenir compte encore des dimensions linéaires, car les effets des variations angulaires dépendent de la longueur des côtés des angles qui se succèdent, et l'on sait que la longueur de ces côtés ne présente aucune fixité.

C'est de la combinaison de ces nombreux éléments variables que résulte le degré d'inclinaison de la ligne naso-basilaire, et l'on conçoit que si, chez un individu, d'ailleurs normal, ils varient tous dans le même sens, la direction de la ligne naso-basilaire puisse être gravement perturbée.

Voilà comment l'angle basilaire peut exceptionnellement, chez quelques individus de nos races inférieures, atteindre, ou même dépasser d'un degré, comme je l'ai vu une fois, la limite des écarts individuels observés chez certains singes supérieurs.

Cet entre-croisement, quelque exceptionnel qu'il soit, suffit pour démontrer l'insuffisance du procédé. Un pareil résultat ne se produirait pas si l'on déterminait la direction du trou occipital par rapport à une ligne vraiment fixe, à une ligne indépendante des conditions qui produisent dans l'architecture du crâne des modifications partielles, des variations locales. Mais il n'existe dans le crâne aucune ligne anatomique de ce genre. La ligne la moins variable, celle du plan alvéolo-condylien, est encore soumise à des variations assez étendues. D'ailleurs, ce que nous devons chercher, pour apprécier l'attitude de la tête, ce n'est pas l'inclinaison de la ligne du trou occipital sur telle ou telle ligne crânienne : c'est la direction qu'elle affecte par rapport à l'horizon dans la station naturelle.

Or, on a vu, dans le paragraphe précédent, que le vrai plan horizontal de la tête, est le plan biorbitaire. C'est donc par rapport au plan biorbitaire, c'est-à-dire au plan des deux aiguilles orbitaires, que la direction du trou occipital doit être déterminée. Elle l'est au moyen de l'*angle orbito-occipital.*

En substituant ce nouveau mode de détermination à ceux qui ont été usités jusqu'ici, j'ai vu disparaître ce qu'il y a de choquant et de paradoxal dans les résultats fournis par l'étude de l'angle de Daubenton, du second angle occipital et de l'angle

basilaire. L'angle orbito-occipital présente chez l'homme des oscillations assez étendues ; mais la limite supérieure de ces oscillations reste bien au-dessous de la limite inférieure qu'on observe chez les singes de toute espèce, de tout sexe, et même de tout âge, si l'on fait abstraction de la courte période qui précède l'éruption des premières dents de lait; de sorte que jamais, pas même en cas d'anomalie extrême, un individu humain ne peut venir se confondre avec les autres animaux.

Ce résultat est assez intéressant pour qu'il y ait lieu de ne pas reculer devant la difficulté de l'étude de l'angle orbito-occipital, difficulté moindre d'ailleurs qu'on ne pourrait le croire au premier abord. Il y a même un procédé, le procédé graphique, qui ne diffère pas des procédés usuels, mais il est très-lent et ne se prête pas à des recherches étendues. L'autre procédé, le procédé trigonométrique, est au contraire très-rapide et il est même très-simple dans la pratique ; mais il se rattache à une méthode encore peu connue et toute spéciale, qui exigera des explications assez détaillées. J'espère que le lecteur me pardonnera ces détails, en vue de l'importance du but à atteindre.

§ 3. *Mensuration de l'angle orbito-occipital par le procédé graphique.*

Ce procédé consiste à pratiquer sur le crâne une coupe médiane bien verticale, à dessiner par un moyen géométrique cette coupe médiane, ainsi que l'aiguille orbitaire fixée préalablement dans l'orbite correspondante, et enfin à mesurer sur ce dessin, à l'aide d'un rapporteur, l'angle d'inclinaison de la ligne du trou occipital sur la ligne orbitaire. (Voy. les six figures de la planche I.)

Quelques précautions sont nécessaires pour l'exécution correcte de ce dessin. Il faut en premier lieu que le demi-crâne soit fixé dans une position qui rende la coupe médiane parfaitement verticale. J'ai fait construire à cet effet un craniophore qui m'est très-commode, mais que l'on me dispensera de décrire, parce qu'on peut très-bien s'en passer. En faisant reposer les condyles sur un support plan, en plaçant des étais sous les dents et d'autres étais sous la partie externe du demi-crâne, il est tou-

jours facile de rendre vertical le plan de la coupe ; un petit fil à plomb, descendant du vertex sur le basion, permet de constater que la verticalité est parfaite.

Il faut en second lieu que le plan de la coupe soit rendu exactement parallèle au plan du dessinateur mécanique. Cela est très-facile lorsqu'on se sert du diagraphe ou du stéréographe ; mais il faudrait une installation très-compliquée et d'une exactitude très-douteuse, si l'on voulait se servir d'un dessinateur horizontal, tel que l'appareil de Lucæ.

Quant à l'aiguille orbitaire, on doit s'assurer qu'elle est placée exactement dans l'*axe* de l'orbite ; mais il n'y a point d'ailleurs à s'occuper de sa direction ; tantôt elle monte, tantôt elle descend ; cela varie suivant la direction que l'on a donnée à la base du crâne. La seule chose essentielle, c'est la verticalité parfaite du plan de la coupe ; car il suffit d'écarter tant soit peu la coupe de cette direction, pour voir l'aiguille orbitaire s'incliner ou se relever d'une manière notable.

Lorsque toutes ces précautions sont prises, le procédé est d'une rigueur parfaite. L'aiguille orbitaire n'est pas parallèle au plan médian ; son inclinaison est donc moindre que celle du plan biorbitaire ; mais, sur notre dessin, elle est reportée par projection dans le plan médian ; notre ligne orbitaire représente donc exactement la direction du plan biorbitaire.

Le dessin une fois fait, on trace avec la règle la ligne du trou occipital, et il ne s'agit plus que de mesurer l'inclinaison de cette ligne sur la ligne orbitaire. On le fait aisément avec un rapporteur lorsque les deux lignes se coupent dans les limites du papier. Mais lorsqu'elles sont peu inclinées l'une sur l'autre, l'intersection se ferait très-loin. On mesure alors leur angle, soit au rapporteur, au moyen d'une parallèle, soit par la méthode trigonométrique qui sera décrite plus loin.

Le procédé graphique a l'avantage d'être applicable indistinctement à tous les animaux, quelque grand que soit l'angle à mesurer, et quelque divergents que soient les axes ordinaires ; on verra au contraire tout à l'heure que le procédé trigonométrique doit être réservé pour les cas où l'angle d'inclinaison est inférieur à 60 degrés, et où en outre l'angle de divergence des axes orbitaires ne dépasse pas 60 degrés ; ces deux conditions

ne sont réunies que chez l'homme et les singes ; pour appliquer aux autres animaux le procédé trigonométrique, il faudrait y introduire de trop grandes complications.

Le procédé graphique doit donc recevoir la préférence dans les recherches d'anatomie comparée qui concernent les mammifères d'un ordre inférieur à l'ordre des primates. Mais d'une part il n'est applicable qu'aux crânes bien régulièrement sciés en long, et ne saurait, par conséquent, être d'un usage général ; d'autre part, il exige l'emploi du diagraphe ou du stéréographe, instruments assez coûteux ; enfin il nécessite une grande perte de temps, car il faut au moins une heure pour disposer convenablement le demi-crâne, pour le dessiner avec le soin le plus scrupuleux, pour repasser purement le dessin au crayon fin ou à la plume ; et l'opérateur est obligé de tout faire lui-même ; il ne peut répondre que de ce qu'il a exécuté de ses propres mains ; l'opisthion et le basion qui déterminent la ligne occipitale sont tellement rapprochés l'un de l'autre, que si l'un d'eux est abaissé d'un seul millimètre, la direction de la ligne change de près de 2 degrés. Le procédé devient donc tout à fait trompeur lorsqu'il n'est pas appliqué avec une précision absolue, par l'observateur *lui-même;* et le temps que l'on consacre ainsi à la mensuration de l'angle orbito-occipital d'un seul crâne suffirait pour faire cette mensuration, par le procédé trigonométrique sur plus de soixante crânes. Le procédé graphique ne répond donc pas aux besoins de la craniologie anthropologique, car il ne permet pas de multiplier suffisamment les observations. Les types humains sont trop voisins les uns des autres, ils forment une série trop continue, pour que l'on puisse les étudier en comparant entre eux un petit nombre d'individus; quel que soit le caractère que l'on considère, on trouve toujours que les écarts individuels ranchissent les limites des races et des types, que certains Européens, par exemple, sont plus prognathes que certains nègres, que par conséquent le parallèle des races doit reposer sur l'étude des *moyennes* et non sur l'étude de tel ou tel *cas particulier*. Les recherches anthropologiques exigent donc des procédés rapides, applicables à de grandes séries, et il est évident que le procédé graphique est trop lent pour remplir cette indication. J'ai exécuté, d'après ce procédé, vingt dessins de craniologie humaine

et trente dessins d'anatomie comparée; j'en ai formé un album qui est déposé dans le laboratoire d'anthropologie; je ne regrette pas le temps que j'y ai employé, car les dessins des coupes médianes du crâne se prêtent à un grand nombre de recherches intéressantes; on y mesure aisément la plupart des angles de la face et de la base du crâne, et c'est sur ces dessins que j'ai, pour la première fois, compris la signification de l'angle orbito-occipital. Mais le fait général une fois constaté, lorsque j'ai voulu pénétrer dans les détails, j'ai reconnu la nécessité de multiplier les observations et de recourir pour cela à un procédé plus rapide et plus pratique. Ce procédé m'a été fourni par la méthode trigonométrique, que j'ai déjà exposée amplement ailleurs, mais que j'ai simplifiée depuis et que je dois résumer ici avant de l'appliquer à la mensuration de l'angle orbito-occipital.

§ 4. *Résumé et simplification de la méthode trigonométrique.*

Lorsque deux lignes crâniennes se coupent, sur la surface du crâne, en un point où l'on peut placer le centre ou l'axe d'un instrument, l'angle intercepté par ces deux lignes peut ordinairement être mesuré directement à l'aide d'un goniomètre. Mais lorsque la position du sommet de l'angle est indéterminée, les goniomètres *directs* ne sont pas applicables, et si l'on peut quelquefois se servir d'un goniomètre *indirect*, tel que le goniomètre pariétal de M. de Quatrefages, c'est seulement à la faveur de conditions toutes spéciales, au nombre desquelles la solidité des points d'appui tient le premier rang. Lorsqu'on est privé de cette ressource, il reste une autre méthode, sûre et rapide, et en réalité très-simple : c'est la méthode trigonométrique.

Elle consiste à mesurer, au lieu de l'angle lui-même, l'un de ses éléments trigonométriques. L'élément le plus commode à mesurer est le sinus de l'angle, rapporté à un rayon de 10 centimètres. Connaissant la valeur du sinus en millimètres, on trouve immédiatement la valeur de l'angle en degrés sur la table des sinus; j'ai dressé à cet effet une petite table extraite des grandes tables des géomètres, et quoique je l'aie déjà publiée, en 1873, dans les *Bulletins de la Société d'anthropologie* (p. 176), et dans ce volume p. 508, il ne me semble pas inutile de la

reproduire à la fin du présent mémoire. (Voir le tableau n° 1.)

Les cosinus sont également indiqués sur cette table, parce que, dans certains cas où les angles dépassent 60 degrés, il y a avantage à se servir des cosinus plutôt que des sinus.

On peut encore déterminer l'inclinaison d'une ligne en mesurant l'abscisse et l'ordonnée d'un point quelconque de cette ligne, sans se préoccuper de la longueur du rayon. Le rapport des deux coordonnées donne la tangente de l'angle d'inclinaison. C'est ainsi que M. Topinard a pu transformer ses indices de prognathisme en mesures angulaires.

De ces divers procédés trigonométriques, le plus simple est celui qui consiste à mesurer le sinus pour un rayon de 10 centimètres. C'est celui que j'emploie exclusivement pour déterminer le degré d'obliquité des divers plans crâniens.

On l'applique de la manière suivante : Après avoir mis en place les deux aiguilles orbitaires (ou au moins l'une d'elles), on dispose le crâne sur le craniostat, de telle sorte que le plan mis à l'étude soit horizontal. Si, dans cette attitude, les aiguilles sont

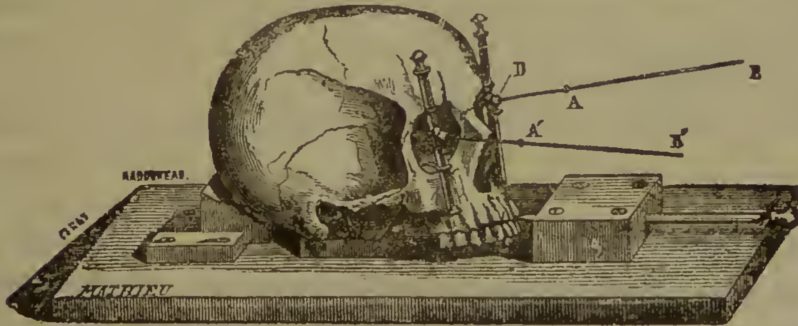


Fig. 24 — Le crâne sur le craniostat suivant le plan alvéolo-condylien.

dirigées en haut, l'angle est dit *positif ;* si elles sont dirigées vers le bas, il est *négatif ;* il est nul, si elles sont horizontales. En le mesurant, on connaît l'inclinaison du plan que l'on étudie sur le plan biorbitaire. Lorsqu'on veut connaître l'inclinaison d'un plan sur un autre, on mesure l'angle d'inclinaison de chacun d'eux par rapport au plan biorbitaire, et on obtient ainsi deux chiffres que l'on retranche l'un de l'autre, s'ils sont de même signe, que l'on additionne s'ils sont de signes contraires.

On voit que la méthode se prête à des applications nombreuses et diverses ; mais toutes, en réalité, se réduisent à une seule détermination, qui est celle-ci : *le crâne étant posé sur le craniostat ou sur une table d'une manière quelconque — pourvu toutefois que son plan médian soit vertical — mesurer l'angle d'inclinaison du plan biorbitaire par rapport au plan de la table.*

Pour cela, on fixe sur l'aiguille orbitaire, à 100 millimètres de son extrémité extérieure B, une marque très-visible A, constituée par un petit bouton métallique, fig. 25 (voy. aussi, sur la fig. 24, les aiguilles orbitaires en place). On mesure alors en millimètres la hauteur du point A et celle du point B au-dessus du niveau de la table XX'. La différence de ces deux hauteurs BD et AH donne le sinus de l'*angle de l'aiguille ;* car, si l'on mène l'horizontale AI, l'angle BAI sera égal à l'angle de l'aiguille, et BI sera le sinus de cet angle pour un rayon de 100 millimètres. Le sinus étant mesuré, la table trigonométrique donne immédiatement la valeur de l'angle. Cette mesure linéaire est plus précise que celles que donnent les goniomètres craniométriques,



Fig. 25. — L'aiguille orbitaire BK, demi-grandeur ; AB, = 100 millimètres ; A, bouton fixe ; C, curseur.

car on sait que ceux-ci comportent une erreur de 1 degré ; les mesures linéaires, il est vrai, comportent une erreur de 1 millimètre, mais une différence de 1 millimètre sur le sinus ne produit sur les petits angles qu'une différence d'un demi-degré. Sur les angles qui atteignent 50 ou 60 degrés, la différence correspondant à 1 millimètre de sinus s'élève à 1 degré et le résultat est encore valable; mais au-delà de 60 degrés les différences angulaires s'accroissent de plus en plus, de sorte que la détermination de l'angle par les sinus ne nous donnerait plus de sécurité. Voilà pourquoi le procédé de mensuration par les sinus,

ainsi que je l'ai déjà annoncé, n'est pas applicable aux angles de plus de 60 degrés.

Par abréviation, nous nommons θ l'angle de l'aiguille. Si BD est plus grand que AH, sin θ et θ sont positifs; ils sont négatifs au contraire si AH est plus grand que BD. Enfin, si les deux hauteurs sont égales, l'angle θ est nul ainsi que son sinus.

Quoique le passage du sinus à l'angle soit obtenu instantanément avec la table des sinus simplifiée qui est annexée à ce mémoire, on peut rendre la recherche plus rapide encore au moyen de la régle trigonométrique que j'ai fait construire par M. Tavernier. Sur cette règle, longue de 10 centimètres (fig. 26), les divisions gravées aux diverses hauteurs indiquent, non pas les sinus, mais les angles eux-mêmes. Par exemple, la 19e division, marquant 19 degrés, se trouve placée à 32mm,56 au-dessus du zéro. C'est parce que, dans un cercle de 10 centimètres de rayon, un sinus de 32mm,56 correspond à un angle de 19 degrés. La règle ainsi graduée glisse verticalement sur la branche verticale d'une équerre qui vient affleurer successivement les points A et B (fig. 25). On pose d'abord l'équerre contre le point le moins haut, en A par exemple, et on amène le zéro de la règle au niveau de ce point; puis on transporte l'équerre et la règle contre le point B, et la division de la règle qui affleure ce point B donne directement la valeur de l'angle θ, sans que l'on ait besoin de s'occuper du sinus de cet angle (1).

Cette règle simplifie beaucoup le procédé et peut être employée empiriquement même par les personnes les plus étrangères à la géométrie. Mais c'est un instrument spécial, tandis qu'une règle millimétrique quelconque suffit pour faire la mensuration par les sinus. Il y a d'ailleurs à faire, dans certains cas, une *correction* qui exige l'emploi de la table trigonométrique. La règle ne peut donc pas toujours remplacer celle-ci.

La *correction* dont je viens de parler est nécessitée par la divergence des aiguilles orbitaires. Si celles-ci étaient parallèles au plan médian du crâne, l'angle θ (l'angle de l'aiguille) mesurerait exactement l'inclinaison du plan biorbitaire sur le plan du craniostat; il n'en est rien; dès lors l'angle de l'aiguille est plus

1. La règle trigonométrique montée sur son équerre se vend chez M. Mathieu.

petit que l'angle d'inclinaison du plan biorbitaire, et il lui est d'autant plus inférieur que les aiguilles orbitaires sont plus

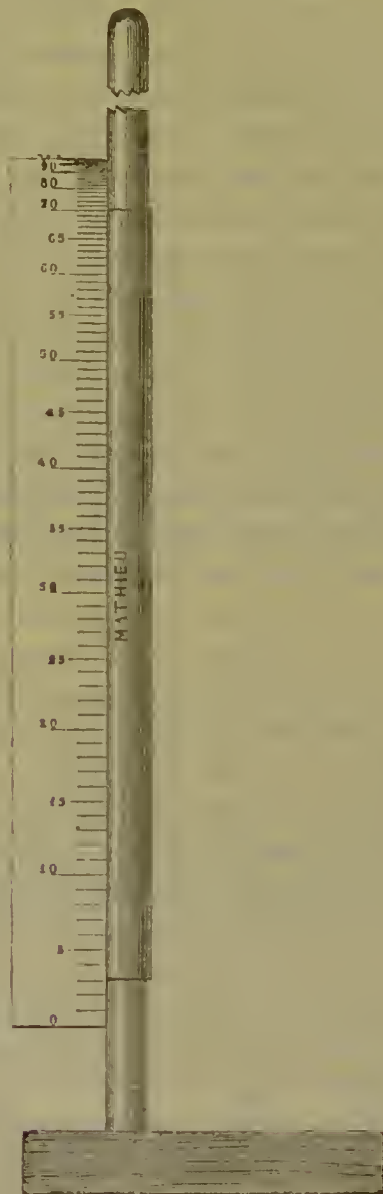


Fig. 26. — La règle trigonométrique montée sur son équerre (gr. nat.).

divergentes. Mais ce degré de divergence est facile à mesurer : c'est la moitié de l'angle biorbitaire, dont la mensuration se fait

très-exactement par la méthode trigonométrique. J'ai indiqué ailleurs le procédé trigonométrique applicable à ce cas particulier (1), et j'ai donné en outre le tableau des grandes variations que présente l'angle biorbitaire dans la série des mammifères (2). L'angle biorbitaire étant représenté par 2ρ, l'angle d'inclinaison du plan biorbitaire par γ, et l'angle de l'aiguille enfin par θ, les relations de ces trois angles sont données par la formule suivante :

$$\sin \gamma = \frac{\sin \theta}{\cos \rho}$$

Tout cosinus étant plus petit que l'unité et $\cos \rho$ étant en dénominateur, la formule montre clairement que $\sin \gamma$ est toujours plus grand que $\sin \theta$, et par conséquent que γ est plus grand que θ. La différence est d'autant plus forte que $\cos \rho$ est plus petit, ou, ce qui revient au même, que l'angle ρ est plus grand.

Ainsi, connaissant l'angle de l'aiguille et l'angle biorbitaire, on peut toujours obtenir le véritable angle d'inclinaison du plan biorbitaire, à l'aide d'un calcul assez facile, mais qui exige cependant une certaine connaissance des opérations trigonométriques. J'ai indiqué tous les détails de ce calcul dans mes trois mémoires sur *le plan horizontal de la tête* et sur *l'angle alvéolo-condylien* (3). J'ai dû le faire, parce qu'on ne peut se passer de la formule de correction dans les recherches étendues à toute la série des mammifères. Alors en effet, on voit que l'angle biorbitaire 2ρ est très-variable. Il peut aller jusqu'à 150 degrés, c'est-à-dire que ρ peut atteindre 75 degrés et $\cos \rho$ descendre jusqu'à 0,25, de sorte que $\sin \gamma$ peut devènir quatre fois plus grand que $\sin \theta$. D'un autre côté, l'angle 2ρ peut se réduire à 34 degrés; alors $\sin \rho$ s'élève à $0^{\circ},95$ et il n'y a plus qu'une différence d'un vingtième entre les deux sinus. Par conséquent, lorsque l'on compare entre eux des animaux chez lesquels le degré de divergence des yeux est très-différent, on ne peut se soustraire à la nécessité des calculs de correction.

1. *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2 janvier 1873, p. 85 et dans ce volume p. 397.
2. *De l'angle biorbitaire en anatomie comparée et en anthropologie*, dans *Bull. de la Soc. d'anthropologie*, 6 février 1873, p. 161 et plus loin dans ce volume. Voir aussi le tableau de la p. 178 et dans ce volume p. 510.
3. *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1873, p. 78, p. 154 et surtout p. 537 et dans ce volume p. 421, 447 et 490.

Mais si l'on se borne à l'étude des races humaines et des singes, la question se simplifie beaucoup, car alors l'angle biorbitaire ne varie plus que très-peu. Cet angle est un peu plus petit chez les anthropoïdes que chez l'homme. Chez les premiers, il varie entre 34 et 46 degrés, de sorte que ρ est compris entre 17 et 23 degrés et que cos ρ est compris entre 0°,95 et 0°,92. Chez l'homme, 2ρ varie entre 40 et 54 degrés, ρ entre 20 et 27 degrés, et cos ρ entre 0°,93 et 0°,88. Enfin, chez les singes non anthropoïdes, les variations de ρ et de cos ρ sont comprises dans les mêmes limites que chez l'homme. Or, les différences de la valeur de cos ρ n'exercent qu'une influence presque insignifiante sur les résultats fournis par la formule de correction. Par exemple, si l'on suppose que sin θ soit égal à 18 millimètres (ce qui donne $\theta = 10°,37$), et si l'on applique la formule en faisant successivement cos ρ égal au maximum de 0°,95 et au minimum 0°,88, on trouve que la valeur de sin γ sera, dans le premier cas, de 18mm,95, dans le second cas, de 20mm,04, d'où l'on tirera pour γ les deux valeurs de 10°,92 et de 11°,55. Les plus extrêmes variations de l'angle biorbitaire, considérées à la fois chez l'homme et chez tous les singes ne peuvent donc modifier le résultat de plus de six dixièmes de degré, qui équivalent seulement à la dix-neuvième partie de la valeur de cet angle. Par conséquent, si nous convenons de donner à cos ρ une valeur constante, intermédiaire entre les deux extrêmes, notre résultat, pour un angle de 10 degrés environ, sera exact, à trois dixièmes de degré près. Cette approximation est plus que suffisante ; elle est supérieure à celle qu'exigent les recherches craniologiques, puisque nos goniomètres, je le répète, ne mesurent les angles qu'à 1 degré près.

Cela posé, l'angle biorbitaire moyen des races humaines étant de 47 degrés, on peut convenir d'attribuer à ρ la valeur constante de 23°,5, ce qui donne pour cos ρ la valeur constante de 0,916.

D'après cette donnée, j'ai calculé la différence entre γ et θ pour toutes les valeurs de θ inférieures à 60 degrés, et j'ai dressé un tableau à l'aide duquel on peut passer immédiatement de la valeur de θ à celle de γ, sans avoir besoin de recourir à la formule de correction. Mais ensuite, en examinant ce tableau,

j'ai reconnu qu'on pouvait très-bien s'en passer au moyen des règles suivantes :

On obtient γ en ajoutant à θ un *augment* qui est une fraction de θ, savoir (1) :

Valeurs de θ.		Valeurs de l'augment.
De 0 à 30 degrés		un *dixième* de θ
De 31 à 40	—	un *neuvième* de θ
De 41 à 50	—	un *huitième* de θ
De 51 à 55	—	un *septième* de θ
De 55 à 60	—	un *sixième* de θ

Ces règles sont applicables à tous les animaux chez lesquels l'angle biorbitaire ne dépasse pas sensiblement 54 degrés, c'est-à-dire à tous les hommes et à tous les singes (parmi lesquels je ne range pas les lémuriens). Dans tous les autres ordres de mammifères, l'angle biorbitaire est plus grand, et il faut recourir à la formule de correction. Ce calcul n'est sans doute pas difficile, et je l'ai fait souvent pour constater la concordance des résultats de la méthode trigonométrique et de la méthode graphique ; je

1. Je donne ici, à titre de pièce justificative, un extrait de ce tableau :

Difference entre γ *et* θ *lorsque* $\cos \rho = 0.916$.

Sinus en millim.		Angles en degrés.		Différence	Rapport
Sin. θ.	$\text{Sin. } \gamma = \frac{\text{sin. } \theta}{0.916}$	θ	γ	$\gamma - \theta$ en degrés.	de la différence à θ
0	0	0	0	0	
1	1.09	0.57	0.62	0.05	1 : 11
2	2.18	1.14	1.24	0.10	1 : 11
5	5.45	2.87	3.12	0.25	1 : 11
9	9.82	5.16	5.63	0.47	1 : 11
18	19.65	10.37	11.32	0.95	1 : 11
26	28.38	15.07	16.49	1.42	1 : 10
35	38.20	20.48	22.50	2.02	1 : 10
43	46.94	25.47	28.00	2.53	1 : 10
50	54.58	30.00	33.08	3.08	1 : 10
58	63.31	35.45	39.28	3.83	1 : 9
65	71.03	40.55	45.26	4.71	1 : 9
71	77.51	45.24	50.82	5.78	1 : 8
77	84.06	50.36	57.11	6.75	1 : 8
82	89.51	55.02	63.49	8.47	1 : 7
86	93.88	59.32	69.86	10.54	1 : 6

On voit que pour les valeurs de θ inférieurs à 10 degrés, la différence vraie serait d'un onzième ; mais sur des valeurs aussi petites, le dixième ne se distingue du onzième qu'à la seconde décimale ; on peut donc accepter l'augment d'un dixième pour tous les angles compris entre 0 et 30 degrés, sans que l'erreur puisse jamais atteindre un dixième de degré. Pour les angles de 30 à 40 degrés l'augment, fixé à un neuvième, ne s'écarte jamais de l'augment réel de plus d'un tiers de degré ; enfin les augments attribués aux angles plus grands, jusqu'à 59 degrés, ne donnent jamais une erreur d'un demi-degré. Ces erreurs sont inférieures à celles des goniomètres crâniens.

pense, néanmoins, que celle-ci doit être choisie de préférence chez les animaux autres que les primates.

Mais chez les primates, — et l'anthropologie étend rarement ses recherches au-delà de cet ordre zoologique, — la méthode trigonométrique retrouve tous ses avantages, au point de vue de la rapidité, de la sécurité, j'ajoute même au point de vue de la facilité et de la simplicité ; car si j'ai cru devoir l'exposer par principes, pour prouver qu'elle mérite toute confiance, je puis la ramener maintenant à des règles qui permettent de l'appliquer par routine.

Ce procédé simplifié se réduit aux trois actes suivants :

1° *Disposer le crâne.* On introduit dans l'une des orbites une aiguille orbitaire, et on place le crâne sur le craniostat, de telle sorte que le plan dont on veut mesurer l'inclinaison soit rendu horizontal.

C'est la partie la plus longue du procédé. Le placement de l'orbitostat et l'introduction de l'aiguille orbitaire se font en une ou deux secondes ; mais les moyens à employer pour donner au crâne l'attitude cherchée varient suivant la nature du plan crânien mis à l'étude. Avec un outillage convenable d'équerres, de coins en bois et de pointes fixatrices, on abrége beaucoup le travail, qui est presque toujours terminé en moins d'une minute, et, pour certains plans, en cinq ou six secondes.

2° *Mesurer l'angle de l'aiguille* θ. Si l'on possède la règle trigonométrique, on la pose successivement sur les points A et B de l'aiguille, en commençant par le plus bas, et on lit directement sur la règle la valeur de l'angle θ, en degrés, le tout en une ou deux secondes.

Si l'on ne se sert pas de la règle, on mesure successivement la hauteur du point A et celle du point B ; la différence donne le sinus θ en millimètres et on l'inscrit avec son signe. C'est tout aussi prompt que la mensuration avec la règle ; mais il reste à chercher sur la table des sinus la valeur de l'angle θ. En réservant cette recherche pour la faire, après la séance, sur tous les sinus à la fois, on l'abrége considérablement, et elle exige à peine deux secondes par crâne.

3° *Obtenir la valeur de l'angle* γ. Ce travail se fait également après la séance. Il consiste à ajouter à θ l'augment indiqué ci-dessus, page 537. La plupart des angles mesurés étant au-dessous de 30 degrés, l'augment est le plus souvent d'un dixième ; il

s'obtient donc par un simple changement de virgule, et l'addition se fait en un clin d'œil.

On voit combien tout cela est simple et rapide. Avec le concours d'un garçon qui apporte les crânes et d'un aide, qui peut être le premier venu, on peut mesurer un angle sur plus de soixante crânes par heure. Cela permet d'étudier de grandes séries, conformément aux exigences de la craniologie positive qui, sans négliger l'examen des cas individuels, n'admet comme décisifs que les résultats moyens.

Telle est, dans sa généralité, la méthode trigonométrique, suivant le procédé des sinus. Je dois exposer maintenant l'application de ce procédé au cas particulier de l'angle orbito-occipital.

§ 5. *Mensuration de l'angle orbito-occipital par la méthode trigonométrique.*

Dans l'exposé général de la méthode trigonométrique, je me suis servi de la lettre γ pour désigner l'angle qui mesure l'inclinaison réelle d'un plan crânien *quelconque* sur le plan biorbitaire. Mais lorsqu'on étudie un angle en particulier, il est bon de lui donner un nom qui puisse le distinguer des autres. C'est ainsi que j'ai appelé $\varkappa$ l'angle *alvéolo-condilien*, qui exprime l'inclinaison du plan de ce nom sur le plan biorbitaire. De même j'appellerai ω l'angle *orbito-occipital*, dont la double initiale *o* rappellera aisément à l'esprit cette lettre grecque.

La mensuration de l'angle orbito-occipital se fait par le procédé des sinus, sur lequel je n'ai pas à revenir. Mais je dois dire ici de quelle manière il faut disposer le crâne pour pouvoir procéder avec sécurité à la mensuration de l'angle orbito-occipital.

Il s'agit de remplir les deux indications suivantes : 1° que la ligne occipitale, étendue du basion à l'opisthion, soit horizontale ; 2° que le plan médian du crâne soit vertical.

On peut y parvenir de diverses façons; j'indique celle qui m'a paru la plus commode et la plus sûre.

Le craniostat, nécessaire dans beaucoup d'autres cas, ne l'est nullement ici : une simple table suffit, pourvu qu'elle soit très-haute, car il faut que l'opérateur assis puisse aisément abaisser son œil jusqu'au niveau de la base du crâne.

Un parallélipipède de bois, haut de 10 à 12 centimètres et large de 5, sert de support. Une coulisse antéro-postérieure, pratiquée sur le milieu de sa face supérieure, reçoit le *chevalet*. C'est un petit prisme triangulaire en bois dur, dont la largeur et la hauteur sont représentées sur la figure 27, en grandeur naturelle,

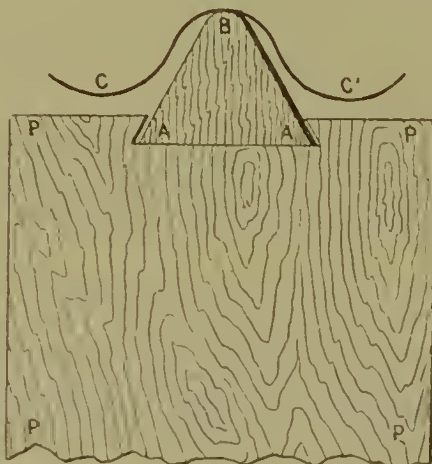


Fig. 27. — Le chevalet occipital sur son support (coupe transversale), grand. nat. PP, le support ; AAB, le chevalet ; CC' coupe des condyles de l'occipital.

et dont la longueur doit être de 55 millimètres. L'arête supérieure B est un peu émoussée pour augmenter la solidité du point d'appui qu'elle fournit au crâne. Elle est parfaitement horizontale ; par conséquent, en appliquant sur elle l'opisthion et le basion, on est sûr que la ligne occipitale est horizontale. Mais le crâne n'a encore aucune fixité ; la main qui le maintient sur le chevalet peut le faire pencher à droite ou à gauche, en déviant plus ou moins le plan médian de la direction verticale. Or, une inclinaison, même légère, ferait varier de plusieurs degrés l'angle de l'aiguille. Il est donc nécessaire que le plan médian soit bien vertical. Il suffit, pour cela, de s'assurer que les condyles sont exactement à la même hauteur au-dessus du support. Je me sers, à cet effet, d'un coin de bois dur, assez large pour passer sous les deux condyles, présentant, à sa partie moyenne, une échancrure profonde, un peu plus large que la

base du chevalet, et divisé ainsi en deux branches qui se terminent insensiblement en un bord tranchant (fig. 28).

Pendant que, de la main gauche, on tient la ligne occipitale du crâne appliquée sur le chevalet, de la main droite on introduit le coin occipital, d'arrière en avant, entre le crâne et la face



Fig. 28. — Le coin occipital (demi grandeur).

supérieure du support, et on le pousse jusqu'à ce qu'il vienne toucher les deux condyles. L'opérateur examine lui-même la position du condyle gauche, qui est tourné de son côté ; son aide, placé du côté opposé, veille à la position du condyle droit. Lorsque les deux condyles reposent sur la face supérieure du coin, on s'assure que l'opisthion et le basion n'ont pas cessé de reposer sur le chevalet; le crâne est alors dans la position voulue ; l'aide l'y maintient en appuyant sa main sur le vertex, et l'opérateur, libre de ses deux mains, n'a plus qu'à mesurer l'inclinaison de l'aiguille orbitaire, soit en mesurant le sinus, comme on l'a vu plus haut, soit en se servant de la règle trigonométrique, qui donne directement la valeur de l'angle.

Quelques légers obstacles résultent de la hauteur très-variable des condyles, au-dessus du support, et aussi de la conformation des bosses cérébelleuses, qui descendent quelquefois assez bas pour empêcher le coin d'atteindre les condyles. On remédie à ce dernier inconvénient en introduisant le coin d'avant en arrière, et il est commode, pour cela, d'avoir un second coin moins long que le premier. La hauteur du chevalet est suffisante pour que

les condyles les plus saillants puissent trouver place entre le niveau du trou occipital et celui du support; mais lorsque les condyles sont peu saillants, leur hauteur au-dessus du support est supérieure à l'épaisseur du coin occipital; il faut donc glisser sous ce coin une planchette bifide ou un autre coin, ou encore, ce qui est plus commode, il faut se munir d'un second chevalet, plus bas que le premier.

On fait face à tous les besoins à l'aide de deux chevalets, faisant, au-dessus du plan du support, des saillies de 12 et de 7 millimètres. Tous deux peuvent glisser librement dans la coulisse du support; on les change avec la plus grande facilité.

Lorsque l'un des condyles est cassé, le procédé n'est pas applicable ; il faut alors recourir à quelque autre moyen d'orientation. Le plus sûr consiste à introduire une aiguille dans chaque orbite et à fixer le crâne dans la position qui donne aux deux aiguilles la même obliquité, mesurée par les sinus. Cela exige quelques tâtonnements, de sorte que, lorsque la série est suffisamment nombreuse, il est préférable de négliger les crânes dont les condyles sont cassés.

Ceci m'amène à traiter une petite question qui m'a préoccupé un moment. On sait qu'il est rare que la tête soit parfaitement symétrique. Ainsi, quelque soit le procédé d'orientation que l'on emploie, on est exposé à trouver quelque différence dans la direction des deux aiguilles orbitaires. L'orientation par les condyles, sous ce rapport, est loin d'être infaillible, et quoiqu'elle m'ait paru moins défectueuse que toute autre, je dois reconnaître qu'elle laisse place, dans quelques cas, à des erreurs assez fortes. Généralement, l'inclinaison des aiguilles orbitaires est la même des deux côtés, à un demi-degré près. Mais quelquefois, la différence peut s'élever à 1 ou 2 degrés, et, une fois même, sur un crâne qui paraissait, d'ailleurs, bien conformé, je l'ai vue aller jusqu'à 3 degrés et demi (1).

J'avais supposé d'abord que cette asymétrie devait être attribuée à l'inégalité des condyles, disposition qui n'est pas très-rare; mais, dans certains cas où les condyles étaient manifestement inégaux en hauteur, les aiguilles orbitaires se sont trouvées bien

1. Sur les crânes artificiellement déformés d'Ancon, j'ai vu cette différence s'élever une fois à 7 degrés.

symétriques. C'est parce qu'il s'établit au-dessus des condyles une compensation qui ramène les yeux sur le même niveau. Je ne puis donc rapporter à une cause simple et déterminée l'asymétrie (le plus souvent, d'ailleurs, très-légère), que révèlent quelquefois les aiguilles orbitaires, et il n'y aurait qu'un moyen de supprimer cette irrégularité : ce serait d'orienter le crâne d'après les aiguilles elles-mêmes. Mais cela exige des tâtonnements assez longs et l'emploi d'un craniostat assez compliqué; et, après m'être imposé ce surcroît de travail sur plusieurs séries, j'ai trouvé que les mêmes crânes, orientés par les condyles et munis d'une seule aiguille orbitaire, donnaient exactement les mêmes relevés sériaires. On conçoit, en effet, que l'asymétrie du crâne doive se produire tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, et que les petits écarts individuels doivent bien vite se neutraliser dans les moyennes. Je suis donc revenu, sans inquiétude, au procédé le plus simple et le plus rapide, qui consiste à orienter le crâne par les condyles et à n'employer qu'une seule aiguille. Je n'ai recours à l'orientation par les aiguilles que lorsque les condyles sont cassés, ou lorsqu'il me semble utile de contrôler un résultat qui paraît plus ou moins anormal, ou enfin lorsque les crânes sont le siége d'une déformation artificielle ou pathologique.

J'appelle l'attention sur une petite anomalie, qui peut modifier quelquefois, d'une manière assez grave, la direction de la ligne occipitale. On sait que, dans le développement de l'occipital, la petite région de l'opisthion est formée par un point d'ossification médian, appelé par Rambaud *le granule de Kerkring*. Cette petite pièce complémentaire, qui se soude avec le reste de l'os peu de temps après la naissance, constitue le bord supérieur du trou occipital, et son contour est généralement situé dans le plan même du trou occipital; de sorte que la ligne opisthio-basilaire, c'est-à-dire la ligne occipitale, représente exactement la direction de ce plan.

Mais quelquefois le granule de Kerkring s'accroît trop ou trop peu, et alors l'opisthion se trouve situé au-dessous ou au-dessus du plan général du trou occipital. Dans le premier cas, qui est fort rare, l'angle orbito-occipital est diminué (ou augmenté numériquement, s'il est négatif); il n'est, d'ailleurs, que faiblement modifié, et il n'y a pas lieu de s'en préoccuper. Mais, dans le se-

cond cas, le bord postérieur du trou occipital présente, au niveau de l'opisthion, une sorte de golfe que j'appelle l'*échancrure opisthiaque*, et lorsque, en même temps, la région cérébelleuse remonte rapidement, comme cela est fréquent dans les races inférieures, l'opisthion peut se trouver élevé de plusieurs millimètres; il en résulte que la ligne occipitale est plus inclinée d'arrière en avant que le vrai plan du trou occipital, et que l'angle orbito-occipital est indûment augmenté de plusieurs degrés (ou diminué numériquement, s'il est négatif). Avec un peu d'attention, on peut corriger cette erreur; mais lorsque la série est assez nombreuse pour se prêter à des éliminations, il est plus simple de négliger les crânes qui présentent l'échancrure opisthiaque.

On doit négliger également les crânes sur lesquels existe le troisième condyle, anomalie très-rare dans les races des types caucasique et éthiopique, mais beaucoup moins rare dans les races du type mongolique. Ce troisième condyle, situé sur la ligne médiane, immédiatement au-devant du basion, pourrait abaisser notablement la ligne occipitale et accroître indûment l'angle orbito-occipital.

Je dois m'excuser d'avoir insisté si longuement sur les détails pratiques. Il m'a paru utile de fournir au lecteur le moyen de vérifier l'exactitude des résultats que j'ai obtenus et que je vais maintenant faire connaître.

§ 6. *L'angle orbito-occipital chez l'homme et dans les races humaines.*

L'angle orbito-occipital peut être *nul*, *positif* ou *négatif*.

L'angle nul n'a pas besoin d'être défini. L'angle est négatif lorsque son sommet est dirigé en avant, c'est-à-dire lorsque la ligne occipitale va couper le plan biorbitaire en avant du trou occipital (voy. pl. I, fig. 1 et 2). Il est positif lorsque son sommet se dirige en arrière, c'est-à-dire lorsque la rencontre s'effectue en arrière du basion (pl. I, fig. 3 et suivantes).

L'angle négatif signifie que, lorsque l'aiguille orbitaire est horizontale, le basion est situé plus haut que l'opisthion; l'angle positif signifie, au contraire, que le basion est situé plus bas que l'opisthion.

Ou encore, si la ligne occipitale est horizontale, l'angle est négatif quand l'aiguille orbitaire *monte*, négatif lorsqu'elle *descend*.

Cela posé, d'une manière très-générale, et abstraction faite de quelques cas exceptionnels sur lesquels je reviendrai tout à l'heure, l'angle orbito-occipital de l'homme adulte est négatif, contrairement à ce que l'on observe d'*une manière constante* chez tous les autres animaux. (Voir les figures de la planche I.)

Cet angle exprime le degré d'inclinaison du trou occipital, caractère dont les rapports avec l'attitude plus ou moins bipède ou quadrupède des animaux ne sont pas aussi absolus, sans doute, que le croyait Daubenton, mais sont bien réels cependant. Nous pourrons nous en convaincre en étudiant l'angle orbito-occipital de l'homme aux divers âges. Nous examinerons ensuite l'influence des arrêts de développement du crâne, puis, après avoir dit quelques mots de l'influence du sexe, nous nous occuperons plus en détail de celle de la race.

1° *L'angle orbito-occipital chez le fœtus, l'enfant et l'adulte.* — Les fœtus et les enfants sur lesquels j'ai fait mon relevé proviennent de la population parisienne. Je les comparerai donc avec les Parisiens adultes, chez lesquels l'angle ω est en moyenne de — 18°,2, avec un maximum de — 6°,5, et un minimum de — 29 degrés (ces chiffres étant négatifs, on comprend que le maximum doit correspondre aux plus petits chiffres).

J'ai mesuré l'angle orbito-occipital sur 17 fœtus et sur 34 enfants de zéro à quinze ans. Ces résultats sont consignés sur le tableau suivant :

Nos	Fœtus avant terme.		Nos	Fœtus à terme.	Nos	Enfants de 0 à 1 an.	
1	5 mois......	+1°.5	1......	— 1°.5	1	12 jours........	+3°.0
2	7 mois......	+6 .0	2......	— 4 .0	2	14 jours.........	—1 .5
3	7 à 8 mois .	—2 .0	3......	+ 2 .5	3	30 jours.........	0
4	Id.	—0 .5	4......	0	4	42 jours.........	+1 .5
5	8 mois......	+6 .0	5......	+ 5 .5	5	2 mois.........	0
6	7 à 9 mois...	+5 .0	6......	+ 2 .0	6	2 mois 10 j.....	—3 .5
7	Id. . .	+6 .0	7......	+10 .5	7	5 mois.........	+2 .5
Moyenne des 7 =		+3.14	8......	+ 2 .5	8	8 mois.........	—2 .0
			9......	+10 .5		Moy. des 8..	=0.00
			10......	+ 3 .0			
			Moyen. des 10 =	+3.10			

Nos	Enfants de 1 à 9 ans.	
1	1 an.............	—9°.5
2	1 an 8 mois.......	—15.0
3	2 ans 1 mois.....	—26.5
4	2 ans 6 mois......	—15.0
5	2 ans 8 mois......	—16.0
6	4 ans......... ...	—20.5
7	5 ans.	—20.5
8	6 ans.............	—16.0
9	7 ans.............	—22.0
10	Id.	—22.5
11	Id.	—14.5
12	Id.	—26.0
13	8 ans	—23.0
14	Id.	—22.0
15	8 ans et demi.....	—18..
	Moyenne des 15 =	—19.13

Nos	Enfants de 10 à 15 ans.	
1	10 ans	—14°.0
2	11 ans	—17.0
3	12 ans	—13.0
4	Id.	—14.0
5	14 ans.	—19.0
6	Id.	—24.5
7	Id.	—18.0
8	Id.	—17.0
9	Id.	—22.0
10	15 ans..............	—16.0
11	Id.	—23.5
	Moyenne des 11 =	—18.00

Ces chiffres en disent plus que tous les commentaires. Ils montrent que l'angle orbito-occipital ne revêt le caractère humain qu'à partir du moment où l'enfant commence à marcher, c'est-à-dire à user de la station bipède. Cet angle ne se modifie pas sensiblement pendant le développement du fœtus. Il n'est ni plus grand ni plus petit, chez les sujets nés avant terme, que chez les fœtus à terme ; dans les deux cas il est ordinairement positif, quelquefois nul, et lorsqu'il est négatif, il ne descend que très-peu au-dessous de zéro. En moyenne, chez ces êtres qui sont destinés à prendre l'attitude bipède, mais qui n'ont encore aucune attitude, l'angle est positif et égal à environ + 3, chiffre peu inférieur à celui que donnent les chimpanzés nouveau-nés. Après la naissance, et pendant toute la première année, l'enfant ne marche pas encore, il apprend seulement peu à peu à dresser la tête, et il en résulte une modification légère qui ramène l'angle ω à zéro. Mais à un an, la scène change tout à coup. L'enfant commence à marcher; il prend rang parmi les bipèdes. A partir de ce moment l'angle est toujours négatif, et il parvient très-promptement à son état définitif. Pour savoir à quel âge précis cet état définitif est acquis, il faudrait des matériaux plus nombreux que ceux dont j'ai pu disposer; mais j'ai lieu de croire qu'après quatre ans, l'angle orbito-occipital ne change plus. Quoi qu'il en soit, cet angle qui, chez les Parisiens adultes, est de — 18°,20, est de — 18°,00 chez nos 11 enfants de dix à quinze ans, de — 19°,13 chez nos enfants d'un à huit ans, et comme des différences de 1 degré n'ont aucune signification dans des statistiques aussi courtes, on peut dire que l'âge, *en*

soi, n'exerce aucune influence sur l'angle ω. Il y a un certain type fœtal, à l'angle positif, et un type de bipède à angle négatif, — et ce second type, qui diffère d'environ 21 degrés du type fœtal, le remplace rapidement au moment où l'enfant prend l'attitude bipède.

Il ne faut pas toutefois se hâter d'en conclure que l'angle orbito-occipital n'obéisse qu'à cette seule influence de l'attitude. L'étude des microcéphales va nous montrer qu'il peut être modifié en outre par les conditions qui nuisent à la croissance du crâne.

2° *L'angle orbito-occipital chez les microcéphales.*—J'ai décrit sous le nom de *demi-microcéphales* certains individus plus ou moins idiots, ou plutôt imbéciles, dont le crâne, assez bien conformé, ne diffère d'un crâne normal que par sa petitesse. J'ai donné ailleurs (1) les caractères craniométriques de ces crânes. Le musée de l'Institut anthropologique en possède dix qui proviennent de la grande collection Esquirol; tous ont été recueillis à Paris ; c'est donc avec les crânes des Parisiens modernes qu'il convient de les comparer.

La série étant très-courte, il n'est pas étonnant que le minimum de — 26 degrés reste à 3 degrés au-dessous du minimum observé chez les Parisiens, mais il est digne de remarque que deux de ces crânes, sur dix, donnent les chiffres de — 3 et — 6, et dépassent par conséquent dans ce sens la limite reconnue sur les 55 crânes de la série normale. (Voir, à la fin du mémoire, le tableau n° 3.) En outre, la moyenne de — 13°,58 reste à près de 5 degrés au-dessous de la moyenne parisienne. Ainsi, lorsque l'accroissement du crâne est insuffisant, l'angle ω reste un peu plus rapproché de l'état fœtal qu'il ne l'est ordinairement.

Chez les vrais microcéphales, l'accroissement du crâne n'est pas seulement entravé, il est surtout altéré; le cerveau n'est pas seulement plus petit, il est tératologique, et toutes les proportions du crâne et de la face sont perturbées. Mais, quoique cette dysharmonie soit déjà quelquefois apparente au moment de la

1. Broca, *Instructions craniologiques et craniométriques.* Dans *Mém. de la Soc. d'anthrop.*, 2e série, t. II, p. 148.

naissance (1), elle ne s'aggrave que plus tard, et ne cesse de faire des progrès qu'après l'époque de la soudure basilaire.

Les enfants microcéphales, comme les autres enfants, subissent les effets de la station bipède lorsqu'ils commencent à marcher. Sur trois de ces crânes que j'ai étudiés, la moyenne de l'angle ω a été de — 15°,5 avec un maximum de — 5°,5, et un minimum de — 21°. L'un des sujets est une négresse âgée de seize ans, mais encore tout enfantine par les formes (2) ; c'est elle qui a donné le maximum de — 5°,5, peu différent de la moyenne normale des nègres. Les deux autres sont âgés de deux ans et demi et de huit ans; leur angle est de — 20 degrés et de — 21 degrés, et peu différent de la moyenne normale des Parisiens. L'angle ω de ces enfants microcéphales peut donc être considéré comme normal.

Mais sur nos microcéphales adultes qui sont tous Européens et qui sont au nombre de cinq, les résultats ont été bien différents (tableau n° 3). Voici les chiffres par ordre de décroissance : + 10 degrés, + 4 degrés, + 2°,5, + 1 degré, — 4°,5. La moyenne est donc de +2°,6. *C'est la seule moyenne humaine qui soit positive.* Or, il est extrêmement probable que ces microcéphales, dans leur enfance, avaient, comme les précédents, un angle négatif et à peu près normal ; ce n'est donc pas par la persistance de l'état fœtal, ce n'est pas par arrêt de développement, qu'ils se sont séparés du type humain, et ce caractère en quelque sorte régressif ne peut être attribué qu'à l'irrégularité du développement de la tête et à la prédominance de la face sur le crâne, qui s'est produite à l'approche de l'âge adulte.

Il sera intéressant de rapprocher ces faits de ceux que nous signalerons plus loin, en parlant de l'angle orbito-occipital des singes.

3° *Influence du sexe.* — Cette influence m'a paru sans aucune signification. Elle est loin d'être nulle, car j'ai constaté, dans certaines séries, même nombreuses, des différences sexuelles

1. Voyez, *Bull, de la Soc. d'anthrop.*, 1875, p. 541, et 1876, p. 85, l'observation d'un cas de microcéphalie que j'ai constaté sur une fille de trois mois et demi.

2. Nous possédons le squelette entier, qui nous a été donné par M. Baillarger.

de 3 et de 4 degrés; mais la différence est tantôt en faveur des hommes, tantôt en faveur des femmes, et elle est quelquefois à peu près nulle.

4° *Influence de la race.* — Le tableau n° 3, à la fin du mémoire, renferme tous les faits qui se rattachent à cette question. Je n'aurai donc à présenter ici qu'un assez petit nombre de remarques.

On trouvera dans ce tableau, pour chaque série, deux maxima, deux minima, et la moyenne. L'ordination des séries n'a pas été faite exclusivement d'après les chiffres des moyennes. J'ai ramené les séries aux trois grands types caucasique, mongolique et éthiopique, et je n'ai suivi l'ordre des chiffres de l'angle ω que dans le classement de chaque groupe en particulier. J'ai cru devoir séparer du groupe mongolique les Esquimaux, qui me paraissent constituer dans l'humanité un type spécial. Ce n'est pas ici le lieu de justifier cette appréciation, qui reposait déjà sur l'étude d'un grand nombre de caractères, et qui se trouve confirmée aujourd'hui par celle de l'angle orbito-occipital. On verra en effet sur ce tableau que la série des Esquimaux est celle qui a donné la moyenne la plus rapprochée de zéro.

Entre la moyenne de — 20°,2, donnée par la trop courte série des Croates, et celle — 3°,0, donnée par les Esquimaux, il existe un écart de 17 degrés, et ce caractère est par conséquent un de ceux qui peuvent être utilisés dans la description des races humaines, sinon dans leur classification. Sous le rapport hiérarchique, l'angle ω n'a qu'une valeur assez limitée. Ne parlant ici que des moyennes, *qui sont toutes négatives,* je pourrai ne considérer que l'ouverture de l'angle, et qualifier de *grands* les angles exprimés par les chiffres les plus forts. D'une manière générale, l'angle est plus grand dans les races caucasiques que dans les races mongoliques et éthiopiques; mais ces deux derniers groupes forment deux échelles à peu près parallèles, allant de — 15 à — 5 degrés pour les races du type mongolique, de — 14 à — 6 degrés pour les races du type éthiopique. Les Tasmaniens et les Australiens passent avant les nègres d'Afrique, ce qui est peu conforme aux autres données; les Polynésiens se trouvent au-dessous des nègres; enfin les quatre séries du rameau araméen des races caucasiques (Arabes, Égyptiens, Kabyles,

Guanches) se trouvent au-dessous des Mexicains, et même des Tasmaniens. Ce caractère n'est donc pas hiérarchique. Mais il établit certains rapprochements qui ne sont pas sans intérêt, et par exemple le groupe araméen dont je viens de parler, donne des moyennes comprises entre — 10°,1 et — 12°,8, tandis que dans toutes les séries caucasiques de l'Europe moderne, les moyennes sont comprises entre — 14°,1 et — 20°,2. Les deux rameaux du groupe caucasique se trouvent par là nettement séparés. Un autre fait digne de remarque, c'est que, sur 316 crânes modernes de l'Europe, il n'y en a pas un seul où l'angle soit moindre que — 5 degrés, tandis que dans la série cinq fois moins nombreuse des crânes du rameau araméen il y a quatre cas où il descend au-dessous de — 2 degrés, et même une fois jusqu'à zéro.

Somme toute, ce caractère n'a qu'une portée ethnologique assez restreinte. Il établit une différence entre les races *modernes* de l'Europe et les autres races humaines, mais voilà tout, et cette différence s'atténue même beaucoup si l'on considère nos races préhistoriques. J'ai inscrit sur le tableau n° 3, dans le cinquième groupe, quatre séries françaises préhistoriques. Les trois premières, relatives à l'époque paléolithique et à l'époque néolithique donnent un angle compris entre — 13°,9 et — 17°,9 et à peine différent de celui de nos races modernes. Mais la série des Gaulois du premier âge du fer ne donne plus qu'un angle moyen de — 9 degrés, et la valeur ethnologique de l'angle orbito-occipital est trop peu certaine pour qu'il y ait lieu de chercher la cause de cette particularité.

5° *Étendue des variations de l'angle orbito-occipital chez l'homme.* — Le plus grand chiffre négatif, c'est-à-dire le vrai minimum de l'angle orbito-occipital, s'est présenté chez une femme, n° 36 de la série des Basques espagnols ; ce chiffre s'est élevé chez elle à — 39 degrés ; viennent ensuite un Auvergnat à — 35 degrés, une femme basque à — 34 degrés, et enfin six autres crânes d'Europe entre — 30 et — 34 degrés ; en tout huit cas où le chiffre a atteint ou dépassé — 30 degrés. Dans trois de ces cas, le crâne était platybasique, et quoique cette déformation coïncide fréquemment avec une inclinaison moyenne du trou occipital, elle est évidemment de nature à relever

basion et à exagérer l'angle dans le sens négatif; mais dans les cinq autres cas, qui se sont présentés indistinctement chez les deux sexes, la conformation du crâne *paraissait* normale; je dois ajouter toutefois que ces huit crânes exceptionnels appartenaient *tous* à des individus assez âgés, et j'ai lieu de croire que l'exagération de l'angle dans le sens négatif est un effet de la vieillesse. On sait que chez certains vieillards la résistance des os du crâne diminue, et l'on conçoit que le poids de la tête puisse alors amener la dépression de la région basilaire.

Ces chiffres négatifs de — 30 degrés et au delà ne s'observent que dans les races d'Europe. Dans toutes les autres races, la limite de — 25 degrés n'a jamais été dépassée.

L'autre extrémité de la série des variations empiète sur les chiffres positifs, et s'étend même jusqu'à + 5°,5 et + 7°,5. Mais ces deux cas se sont présentés dans la série des crânes artificiellement déformés d'Ancon (Pérou), et me paraissent imputables à la pratique de la déformation. Nos 44 crânes d'Ancon nous ont été expédiés par M. Ber, de Lima; 19 sont déformés (déformation relevée), 25 ne le sont pas; tous d'ailleurs étaient confondus dans le même cimetière et tous appartenaient à une même race. Néanmoins l'angle ω moyen des crânes non déformés est de — 8°,8, tandis que celui des crânes déformés n'est que de — 6°,9. La pratique de la déformation tendait donc à modifier l'angle ω dans le sens positif, en relevant la région occipitale, et c'est pour cela sans doute que les plus grands angles positifs se sont montrés dans la série des crânes déformés d'Ancon.

Si nous faisons abstraction de ces deux cas anormaux, nous voyons que le plus grand angle positif a été de + 5 chez une négresse de l'Afrique occidentale. Le second, + 4, s'est rencontré chez un Hottentot (1). J'ai lieu de croire que la limite normale ne dépassera pas ce chiffre de + 5.

Il n'est pas inutile d'étudier le degré de fréquence des chiffres positifs et du chiffre zéro dans nos divers groupes de races.

Dans le groupe caucasique, un Kabyle a donné zéro; tous les autres angles sont négatifs.

Dans le groupe mongolique, les Mexicains, les Peaux-Rouges,

1 Ce Hottentot est précisément celui dont l'angle de Daubenton s'élève à + 19°. (Voy. plus haut, p. 522.)

les Japonais n'ont donné que des angles négatifs. Dans les autres séries, il y a un zéro (Ancon non déformé), plus 9 cas d'angle positif, savoir : 2 Chinois (+ 1 et + 0.5), 1 Javanais (+ 2), 3 Polynésiens (+ 3, + 1,5, + 1), et enfin 3 Péruviens d'Ancon *déformés* (+ 7.5, + 5.5, + 3).

Dans le groupe éthiopique, l'angle a été négatif chez tous les Australiens et chez tous les Tasmaniens. Il a été nul ou positif dans 16 cas, savoir : 2 Néo-Calédoniens (+ 1.5 et 0), 2 Hottentots (+ 4 et + 2), 3 nègres de Nubie (+ 3, 0 et 0) et 9 nègres occidentaux (+ 5, + 3.5, + 3, + 1.5, + 0.5 + 0.5, 0, 0, et 0).

Enfin, dans la courte série des Esquimaux, qui ne conprend que 12 crânes, ces cas se sont élevés au nombre de 4 (+ 2.5, + 2, + 0.5 et 0).

En tenant compte du nombre des crânes de chaque série, on voit que le nombre proportionnel des angles nuls ou positifs a été de 3.7 pour 100 chez les Javanais, de 4.0 chez les Péruviens non déformés, de 6.0 chez les Néo-Calédoniens, de 6.9 chez les Chinois, de 8.6 chez les nègres occidentaux, de 12.5 chez les Hottentots, de 13.6 chez les nègres de Nubie, de 16.3 chez les Péruviens déformés, de 18.7 chez les Polynésiens, et enfin de 25 pour 100 chez les Esquimaux.

Tout en reconnaissant que quelques-unes de ces séries sont trop faibles, je crois pouvoir dire que la fréquence est à peu près la même dans le groupe mongolique et dans le groupe éthiopique, et que cette fréquence atteint son maximum chez les Esquimaux.

Nous possédons maintenant les éléments nécessaires pour établir une comparaison entre l'homme et les autres animaux.

§ 7. — *L'angle orbito-occipital en anatomie comparée.*

Le tableau n° 4, sur lequel j'ai inscrit les résultats de la mensuration de l'angle orbito-occipital dans les principaux ordres de mammifères, se compose de deux parties : l'une concerne les primates, et l'autre concerne les ordres moins élevés.

Je n'aurai que quelques mots à dire sur cette seconde partie du tableau. Tous les angles qui y sont inscrits sont supérieurs à 60 degrés; la méthode trigonométrique ne leur est donc pas

applicable. Obligé de recourir à la méthode graphique, j'ai dû me borner à dessiner la coupe médiane sur un seul animal de chaque espèce. Des observations aussi restreintes ne peuvent donner que des résultats tout à fait provisoires, et, quoiqu'elles ne soient peut-être pas sans signification, je n'y insisterai pas. Je ferai remarquer toutefois que, dans le genre *felis*, l'angle ω du chat est beaucoup plus petit que celui du lion, et que dans le genre *canis*, celui d'un renard de taille moyenne est sensiblement inférieur à celui d'un grand chien de berger. Cela paraît indiquer que, toutes choses égales d'ailleurs, la taille de l'animal et le poids de sa tête exercent quelque influence sur l'angle ω. Cette remarque va reparaître à l'occasion de quelques genres de singes.

En remontant sur le tableau, on sera frappé de la différence considérable qui existe entre les singes et les animaux moins élevés. A la seule exception du genre mycétès (hurleur), aucune moyenne simienne n'a atteint 46, tandis que le plus petit angle des carnassiers, celui du chat, est de 63 degrés. Les mycétès, avec leur angle moyen de 67.17, et leur maximum qui s'est élevé à 74, constituent une exception unique et inexpliquée (1). La grande taille des mycétès, le poids considérable de leur mâchoire et de leur grand larynx ne rendent compte qu'en partie de ce caractère, qui ne se retrouve dans aucun autre genre de primates.

Je ne m'occuperai plus maintenant que des primates, car je me propose surtout, dans ce travail, de faire ressortir l'importance de l'angle orbito-occipital au point de vue de la distinction de l'homme et des singes.

Si nous considérons d'abord les moyennes, nous voyons qu'il y a entre la plus forte moyenne humaine — 3 degrés (Esquimaux) et la plus faible moyenne simienne + 22°,55 (cébiens), une différence de 25 degrés. Mais les cébiens, petits singes d'Amérique, doivent sans doute en grande partie à leur petitesse, à leur légèreté et à l'exiguïté de leur région faciale, le privilége d'élever la tête plus facilement que les autres singes ; d'ailleurs, les cé-

1. Désirant multiplier les observations sur les mycétès, j'ai eu recours à un procédé particulier de mensuration trigonométrique par les cosinus substitués aux sinus. Je demande la permission de ne pas décrire ce procédé spécial.

biens sont trop éloignés de l'homme pour qu'il y ait à chercher entre eux et lui de nouveaux caractères distinctifs; et j'en puis dire autant des pithéciens. La distance que nous nous proposons de mesurer est celle qui sépare l'homme de ses plus proches voisins, c'est-à-dire des anthropoïdes. Or, la plus faible moyenne des anthropoïdes, celle des chimpanzés, s'élève à + 32°,73, et l'emporte par conséquent de près de 36 degrés sur la plus forte moyenne humaine. Il se trouve par hasard que cette différence est à peu près celle que Daubenton avait cru pouvoir annoncer, d'après l'étude incorrecte de son angle occipital. Il croyait que l'angle occipital des singes l'emportait de 34 degrés sur celui des hommes. Mais on peut voir sur notre second tableau que, sous ce rapport, Daubenton s'était fait une grande illusion, car l'angle de Daubenton ne donne en réalité qu'une différence de 17 degrés entre la plus forte moyenne humaine (nègres de Nubie, + 9°,34) et la plus faible moyenne des anthropoïdes (chimpanzés, + 26°,25). Cette différence de 17 degrés n'apparaît d'ailleurs que dans les moyennes, et on a vu plus haut (§ 2) qu'elle est assez faible pour s'effacer devant les cas individuels, et pour permettre aux maxima humains *normaux* d'empiéter sur les minima des singes *adultes*. J'ai pu en conclure avec certitude que l'angle de Daubenton ne mesurait pas l'inclinaison réelle du trou occipital. L'angle orbito-occipital donnera-t-il lieu à la même objection? Cela paraîtra peu probable, s'il l'on songe qu'il établit entre l'homme et les anthropoïdes une distance moyenne plus que double de la précédente; et on va voir en effet que cette distance n'est jamais franchie par les écarts individuels.

La première partie du quatrième tableau présente parallèlement les maxima humains et les minima simiens. Le maximum humain normal ne dépasse pas + 5 degrés. Le minimum des anthropoïdes est de + 22 sur un gorille femelle, et la différence est par conséquent de 17 degrés. Pour pousser la réduction à l'extrême, prenons le maximum humain anormal de 10 degrés observé sur un microcéphale européen adulte; puis allons chercher parmi les singes d'Amérique le minimum de + 20 donné par un cébien : dans ces conditions excessives, auxquelles ne résisterait peut-être aucun autre caractère distinctif, nous ver-

rons encore subsister entre l'homme et les singes une différence de 10 degrés.

Il m'est permis de dire par conséquent que l'angle orbito-occipital constitue un caractère distinctif *absolu* de l'homme, même de l'homme dégradé par la plus humiliante des anomalies.

Pour voir s'effacer ce caractère distinctif, il faut se reporter aux phases du développement, et personne, je pense, ne s'en étonnera, car personne n'ignore que les premières étapes embryonnaires sont communes à tous les mammifères placentaliens, et que les différences ordinales, génériques et spécifiques n'apparaissent ensuite que peu à peu. Le caractère de l'angle orbito-occipital est de ceux qui doivent présenter les divergences les plus tardives, puisqu'il est en rapport avec la station de l'animal, fonction qui ne commence qu'après la naissance. Il en résulte qu'au moment de la naissance, l'angle ω de l'homme est à peu près le même que celui du chimpanzé. Sur le tableau, j'ai qualifié de *nouveau-né* un tout petit chimpanzé, dont l'âge n'est pas exactement connu, mais qui n'a vécu que très peu de temps ; car toutes ses dents de lait sont encore incluses dans les alvéoles et ne paraissent pas près de sortir (1). L'angle ω de ce sujet est seulement de $+ 5$. Sur les 17 fœtus humains, à terme ou avant terme, que j'ai étudiés, cet angle a été en moyenne de $+ 3°,1$, variant entre le minimum de 0 et le maximum de $+ 10°,5$. Le chimpanzé, à sa naissance, se trouve donc confondu avec les fœtus humains, et même, à 1 ou 2 degrés près, avec les enfants âgés de moins d'une année. (Voy. plus haut le petit tableau de la page 545.) Voilà donc un point de départ commun. Mais, à partir de ce moment, la divergence se prononce, et tandis que chez l'homme l'angle ω diminue pour s'adapter à l'attitude bipède, on voit chez les singes cet angle augmenter progressivement jusqu'à l'âge adulte, sans atteindre jamais, toutefois, le degré d'ouverture qu'il présente chez les vrais quadrupèdes.

§ 8. — *Conclusions.*

1° La direction du trou occipital est, de tous les caractères crâniens, celui qui est le plus immédiatement en rapport avec

1. Cette pièce importante et unique, est déposée dans la galerie d'anatomie comparée du Muséum d'histoire naturelle.

l'attitude de la tête. Ce caractère doit donc établir une distinction absolue entre l'homme, qui est seul parfaitement bipède, et tous les autres animaux ;

2° L'angle de Daubenton, le second angle occipital et l'angle basilaire, usités jusqu'ici dans l'étude de ce caractère, établissent entre les types humains les plus inférieurs et les types simiens des différences très-notables ; mais ces différences ne se manifestent que sur les moyennes, et elles s'effacent lorsque l'on considère certains cas individuels, ce qui est en contradiction évidente avec la physiologie. Les angles occipitaux et basilaires n'expriment donc pas correctement la direction du trou occipital ; c'est parce que les lignes, par rapport auxquelles ils la déterminent, manquent de fixité ;

3° La vraie inclinaison du trou occipital ne peut être connue que si on la rapporte au plan de l'horizon ; c'est-à-dire au plan de la vision horizontale, qui est le seul plan horizontal de la tête chez l'homme comme chez les animaux ;

4° Le plan de la vision horizontale est représenté sur le crâne avec une exactitude parfaitement suffisante, par le *plan biorbitaire*, déterminé, à l'aide de l'orbitostat, par les deux aiguilles orbitaires ;

5° La direction réelle du plan du trou occipital est donc exprimée par l'*angle orbito-occipital* ou angle ω, qui mesure l'inclinaison de ce plan sur le plan biorbitaire ;

6° L'angle orbito-occipital peut être mesuré avec une égale précision par le procédé graphique ou par le procédé trigonométrique ;

7° Le procédé graphique est applicable aux crânes de tous les animaux, quel que soit le degré de divergence des axes orbitaires, mais à la condition que ces crânes soient soumis à une coupe verticale parfaitement médiane. Il est, d'ailleurs, d'une exécution longue et délicate, et ne se prête pas à des recherches multipliées ;

8° Le procédé trigonométrique, qui a l'avantage de n'exiger aucune coupe, est également applicable à tous les animaux ; lorsque les axes orbitaires sont très-divergents, il nécessite l'emploi d'une formule de correction, dont le maniement est assez compliqué ; mais chez les primates, dont les axes orbitaires

sont peu divergents, il se prête à une simplification extrême, qui permet de l'appliquer, *avec la plus grande facilité et la plus grande rapidité*, à l'étude des plus nombreuses séries ;

9° L'angle ω est négatif lorsque son sommet est dirigé en avant, c'est-à-dire lorsque le plan occipital coupe le plan biorbitaire en avant du trou occipital ; il est positif lorsque son sommet est dirigé en arrière, c'est-à-dire lorsque la rencontre des plans s'effectue en arrière du basion ; il est nul, enfin, lorsque les deux plans sont parallèles ;

10° Chez l'homme adulte et normal, l'angle ω peut varier, dans le sens négatif, jusqu'à — 30 degrés, et dans le sens positif, jusqu'à + 5. Chez certains vieillards, il peut aller exceptionnellement jusqu'à — 39 degrés, et chez certains microcéphales adultes, jusqu'à + 10 degrés;

11° Sur 360 crânes d'Européens qui ont été étudiés, il n'y a pas eu un seul cas d'angle nul ou négatif, et sur les 316 crânes d'Européens modernes, il n'y a eu aucun angle compris entre 0 et — 5 degrés ;

12° A l'exception d'un Kabyle, qui a donné un angle nul, les cas d'angle nul ou positif ne se sont présentés que dans les races des types mongolique, éthiopique et esquimau. Ces cas individuels atteignent, chez les Esquimaux, la proportion de 25 pour 100. Ils sont beaucoup moins fréquents dans toutes les autres races. Chez les nègres d'Afrique, ils n'atteignent pas 9 pour 100 ;

13° Étudié dans les moyennes, l'angle orbito-occipital est *constamment négatif dans toutes les races humaines*. Il varie entre la moyenne de — 20°,2 chez les Croates et celle de — 3° chez les Esquimaux du Groënland ;

14° Chez tous les singes, chez tous les autres mammifères, l'angle ω est *constamment positif*, non-seulement dans les moyennes, mais encore dans les cas individuels. Le minimum des cas individuels observés à l'âge adulte, a été de + 22 degrés chez les anthropoïdes (un gorille femelle), de + 24 degrés chez les pithéciens, et enfin de + 20 degrés chez un cébien. Il y a donc une distance de 17 degrés entre le plus grand angle observé chez l'homme normal et adulte, et le plus petit angle observé chez les anthropoïdes ;

15° Si l'on considère les moyennes, on trouve que la plus faible moyenne a été de + 32°,73 chez les anthropoïdes (chimpanzés), supérieure, par conséquent, de 35°,73 à la moyenne humaine la plus voisine (Esquimaux, — 3 degrés);

16° L'angle orbito-occipital établit donc, entre le type de l'homme et celui de ses plus proches voisins zoologiques, une distance très-grande, dont les écarts individuels les plus extrêmes ne peuvent pas même franchir la moitié;

17° Chez le fœtus humain et chez l'enfant nouveau-né (Parisien), l'angle ω est nul ou positif et est, en moyenne, de + 3°,1. Il ne diffère pas sensiblement de celui des singes nouveau-nés. Mais dès que l'enfant commence à marcher, l'angle ω devient négatif et atteint *très-rapidement* le chiffre moyen de — 18 degrés, que l'on constate chez les Parisiens adultes; tandis que chez les jeunes singes, cet angle reste positif et s'accroît continuellement jusqu'à l'âge adulte. Les deux types se séparent ainsi de plus en plus, l'un s'adaptant à l'attitude bipède, l'autre se modifiant en sens inverse, de manière à se rapprocher du type des quadrupèdes;

18° L'attitude des animaux n'est pas la seule condition capable d'influer sur l'angle orbito-occipital; il y en a d'autres, parmi lesquelles il faut compter la taille du corps et le poids de la tête. Toutes choses égales d'ailleurs, l'angle ω paraît être ordinairement plus grand dans les espèces de grande taille. Ainsi, il est notablement plus grand chez les anthropoïdes que chez les singes pithéciens et cébiens, quoique les premiers soient beaucoup plus rapprochés de l'attitude bipède;

19° Chez les vrais quadrupèdes, l'angle ω est beaucoup plus grand que chez les singes. Ceux-ci, à l'exception du seul genre *mycètès*, exception jusqu'ici inexpliquée, se trouvent placés à peu près à égale distance de l'homme et des quadrupèdes.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Les six figures de cette planche représentent des coupes médianes. A est la *ligne orbitaire*, c'est-à-dire la projection de l'aiguille orbitaire dans le plan médian; O est la *ligne occipitale*, passant par le basion et l'opisthion.

Fig. 1. *Parisien moderne*, demi-nature. La ligne occipitale O vient couper la ligne orbitaire A en M, au-devant du basion. L'angle orbito-occipital AMO ayant son sommet dirigé en avant est *négatif*. Il est de — 23 degrés.

Fig. 2 *Négresse du Congo*, quart nature. La ligne occipitale et la ligne orbitaire ne se coupent pas sur le dessin, mais elles convergent vers l'avant, et par conséquent, l'angle est encore *négatif*. Il est de — 6 degrés.

Fig. 3. *Nouveau-né parisien,* tiers nature. Les deux lignes prolongées se rencontreraient en arrière du trou occipital. L'angle orbito-occipital ayant son sommet dirigé en arrière est *positif.* Il est de + 4°,5

Fig. 4. *Gorille femelle,* quart nature. Angle positif de + 32 degrés.

Fig. 5. *Semnopithecus maurus,* demi-nature. Angle positif de + 34 degrés.

Fig. 6. *Cebus mico,* demi-nature. Angle positif de + 20 degrés.

TABLEAU I,

TABLE DES SINUS, COSINUS ET ANGLES POUR UN RAYON DE 100 MILLIMÈTRES.

Sinus en millim.	Cosinus en millim.	Angles. Degrés	Angles. Différences	Sinus en millim.	Cosinus en millim.	Angles. Degrés	Angles. Différences
1	99.98	0.57	0.57	51	86.02	30.66	0.67
2	99.97	1.14	0.57	52	85.41	31.33	0.67
3	99 94	1.71	0 58	53	84.80	32.00	0.68
4	99.91	2.29	0.58	54	84.16	32.68	0.70
5	99.87	2.87	0.57	55	83.52	33. 8	0.67
6	99.81	3.44	0.58	56	82.85	34.05	0.70
7	99.75	4.02	0.57	57	82.15	34.75	0.70
8	99.67	4.59	0.57	58	81.45	35.45	0.70
9	99.59	5.16	0.58	59	80.74	36.15	0.71
10	99.49	5.74	0.57	60	80.00	36.86	0.73
11	99.38	6.31	0.58	61	79.23	37.59	0.73
12	99.27	6.89	0.58	62	78.45	38.32	9.73
13	99.14	7.47	0.58	63	77.65	39.05	0.74
14	99.01	8.05	0.58	64	76.83	39.79	0.76
15	98.86	8.63	0.58	65	75.98	40.55	0.75
16	98.71	9.21	0.58	66	75.12	41.30	0.77
17	98.55	9.76	0.58	67	74.22	42.07	0.78
18	98.36	10.37	0.58	68	73.30	42.85	0.78
19	98.18	10.95	0.58	69	72.37	43.63	0.80
20	97.97	11.53	0.59	70	71.40	44.43	0.80
21	97.76	12.12	0.59	71	70.41	45.24	0.82
22	97.54	12.71	0.59	72	69.40	46.06	0.83
23	97.31	13.30	0.58	73	68.34	46.89	0.84
24	97.07	13 88	0.59	74	67.26	47.73	0.86
25	96.82	14.47	0.60	75	66.13	48.59	0.88
26	96.55	15 07	0.59	76	64.98	49.47	0.89
27	96.28	15.66	0.60	77	63.79	50.36	0.90
28	96.00	16.26	0.60	78	62.58	51.26	0.93
29	95.71	16.86	0.60	79	61.30	52.19	0.94
30	95.39	17.46	0 60	80	59.99	53.13	0.97
31	95 06	18 06	0.60	81	58.63	54.10	0.99
32	94.73	18.66	0.61	82	57.23	55.09	1.01
33	94.39	19.27	0 61	83	55.77	56.10	1 05
34	94.04	19.88	0.60	84	54.24	57.15	1.07
35	93.67	20.48	0.62	85	52.66	58.22	1.10
36	93.29	21.10	0.62	86	51.02	59.32	1.13
37	92.90	21.72	0.61	87	49.31	60.45	1.20
38	92 50	22.33	0.62	88	47.48	61.65	1.22
39	92.08	22.95	0.63	89	45.59	62.87	1.31
40	91.64	23.58	0.62	90	43.58	64.16	1.35
41	91.20	24.20	0.63	91	41.45	65.51	1.42
42	90.75	24 83	0.64	92	39.19	66.93	1.51
43	90.28	25.47	0.63	93	36.74	68.44	1.62
44	89.80	26.10	0.64	94	34.10	70.06	1.75
45	89.30	26.74	0.65	95	31.22	71.81	1.90
46	88.78	27.39	0.64	96	28.05	73.71	2.22
47	88.26	28.03	0.66	97	24.30	75.93	2.61
48	87.71	28.69	0.65	98	21.57	77.54	4.41
49	87.16	29.34	0.66	99	14.06	81.93	8.07
50	86.60	30.00	0.66	100	0.00	90.00	0.00

TABLEAU II.

L'ANGLE DE DAUBENTON ET L'ANGLE BASILAIRE CHEZ L'HOMME ET LES SINGES.

A. *Cas individuels* (*maxima chez l'homme et minima chez les singes*) :

			Angle de Daubenton.	Angle basilaire.
Hommes. Races caucasiques actuelles.	minimum anormal		—16	— 2
	— normal		—12	+ 2
	maximum normal		+ 8	+32
	microcéphales	minimum	+ 6	+32
		maximum	+15	+45
Races éthiopiques	minimum		— 3	+12
	maximum		+19	+37
Singes. Jeunes, minimum			+ 5	+32
Adultes. Angles minima.	Un chimpanzé ♀		+16	+36
	Un orang ♀		+16	+36
	Un gibbon ♀		+18	+40
	Un semnopithèque		+15	+43
	Un cynocéphale		+16	+37
	Un cébien		+18	+36

B. *Moyennes.*

		Angle de Daubenton.	Angle basilaire.
Hommes.	Moyenne minima. Basques espagnols	— 1.52	+15.29
	— maxim. Nègres de Nubie	+ 9.34	+26.32
	Microcéphales d'Europe	+11.37	+39.00
Anthropoïdes.	4 chimpanzés adultes	+26.25	+45.50
	8 orangs —	+31·25	+55.25
	5 gorilles —	+32.50	+53.20
	9 gibbons —	+31.55	+51.55
Pithéciens.	3 semnopithèques adultes	+19.66	+45.66
	3 cercopithèques —	+23.33	+49.00
	6 cynocéphales —	+23.83	+45.83

TABLEAU III.

L'ANGLE ORBITO-OCCIPITAL CHEZ L'HOMME.

1° *Races caucasiques.*

Nombre de crânes.		Moyennes.	Maxima.	Minima.
11	Croates	—20.2	—11 ; —14	—33.5; —24
83	Auvergnats	—19.0	— 8 ; — 9	—35 ; —32
55	Basques espagnols	—18.9	— 7.5; —10	—39 ; —34
55	Parisiens modernes	—18.2	— 6.5; — 7.5	—29 ; —28.5
12	Parisiens du douzième siècle	—16.8	— 8 ; —10	—24.5; —24
20	Mérovingiens	—16.4	— 7.5; —10	—30 ; —24.5
45	Hollandais de Zaandam	—16.5	— 5 ; — 5	—34.5; — 29
23	Corses d'Avapessa	—14.6	— 7.5; — 9.5	—22.5; —22.5
12	Etruriens modernes (Pistoia)	—14.1	— 5 ; — 7.5	—22 ; —18.5
21	Arabes	—12.8	— 5.5; — 5.5	—24.5; —20
16	Egyptiens anciens	—12.0	— 6 ; — 7	—22.5; —20.5
14	Guanches de Ténériffe	—11.7	— 1.5; — 7.5	—24.5; —16
21	Kabyles	—10.1	0 ; — 1.5	—23 ; —20

2° *Races mongoliques.*

Nombre des crânes.		Moyennes.	Maxima.	Minima.
29	Mexicains modernes non déformés	—14.9	— 2.5; — 5.5	—25 ; —24
2	Japonais	—12.5	—12 ; »	—13 ; »
14	Peaux-Rouges non déformés	—12.5	— 3 ; — 5	—25 ; —22
7	Patagons Tehuelches	—10.6	— 3 ; — 7	—15.5; —14.5
27	Javanais	— 9.6	+ 2 ; — 3	—25 ; —18
29	Chinois	— 9.5	+ 1 ; + 0.5	—24.5; —19
44	Pérou, Ancon. 25 non déf.	— 8.8	0 ; — 4	—17 ; —14.5
	Pérou, Ancon. 19 déform.	— 6.9	+ 7.5, + 5.5	—20.5; —17
16	Polynésiens	— 5.0	+ 3 ; + 1.5	—14.5; —10

3° *Races éthiopiques.*

7	Tasmaniens	—13.9	—10.5; —12.5	—17 ; —15
10	Australiens	—12.8	— 3.5; — 8	—25 ; —21
16	Hottentots	— 8.2	+ 4 ; + 2	—18.5; —18
33	Néo-Calédoniens	— 7.4	+ 1.5; 0	—22 ; —18.5
104	Nègres occidentaux	— 8.0	+ 5 ; + 3.5	—19 ; —19
22	— de Nubie	— 6.0	+ 3 ; 0	—16.5; —16

4° *Esquimaux.*

12	Esquimaux du Groëland	— 3.0	+ 2.5; + 2	—10.5; — 6

5° *France préhistorique.*

5	Paléolithique	—17.9	— 7.5; —15	—28 ; —22
14	Néolithique	—13.9	— 3 ; — 7.5	—26 ; —21
13	Caverne de l'Homme-Mort	—17.2	— 7.5; — 8.5	—29 ; —26
12	Gaulois du premier âge du fer	— 9.0	— 1.5; — 2	—19 ; —15

6° *Fœtus et enfants parisiens.*

	Parisiens adultes	—18.2		
11	De 10 à 15 ans	—18.0	—12.5; —14	—24.5; —23
9	De 5 à 9 ans	—20.5	—14.5; —16	—26 ; —23
6	De 1 à 4 ans	—17.1	— 9.5; —15	—26.5; —20.5
8	De 0 à 1 an	0.0	+ 3 ; + 2.5	— 3.5; — 2
10	Fœtus à terme	+ 3.1	+10.5; +10.5	— 4 ; — 1.5
7	— avant terme	+ 3.1	+ 6 ; + 6	— 2 ; — 0.5

7° *Microcéphales.*

5	Microcéphales adultes	+ 2.6	+10 ; + 4	— 4.5; + 1
3	— enfants	—15.48	— 5.5; »	—21 ; —20
10	Demi-microcéphales	—13.58	— 3 ; — 6	—26 ; —23.5

TABLEAU IV.

L'ANGLE ORBITO-OCCIPITAL EN ANATOMIE COMPARÉE.

I. L'homme et les singes (procédé trigonométrique).

1° CAS INDIVIDUELS : MAXIMA CHEZ L'HOMME ET MINIMA CHEZ LES SINGES.

A. *Chez l'homme.*

Maximum normal, une négresse occidentale	+ 5
Un crâne déformé d'Ancon (Pérou)	+ 7.5
Un microcéphale d'Europe	+10
Deux fœtus à terme	+10.5

B. *Anthropoïdes.*

1° *Jeunes,*	Un chimpanzé nouveau-né	+ 5
	Un — première dentition	+ 8
	Un — deuxième dentition	+16
	Un gorille, deuxième dentition	+25
	Un orang, première dentition	+26
2° *Adultes.*	Un gorille ♀	+22
	Un chimpanzé ♀	+24.5
	Un gibbon lar ♂	+26
	Un orang ♂	+38

C. *Autres singes (adultes).*

Pithéciens.	Un semnopithèque	+25
	Un cercopithèque	+24
	Un cynocéphale	+29
	Un macaque	+35
Cébiens.	Un cébus	+20
	Un atèle	+24
	Un ériode	+32.5
	Un mycétès	+60

2° MOYENNES CHEZ L'HOMME ET LES SINGES ADULTES.

Hommes.	Moyenne minima, Croates	−20.2
	— maxima, Esquimaux	− 3 0
	— microcéphales adultes	+ 2.6
	— fœtus humains	+ 3.1
Anthropoïdes adultes.	5 chimpanzés	+32.73
	8 gibbons	+37 71
	10 gorilles	+40 27
	6 orangs	+45.62
Pithéciens.	18 semnopithèques	+32 87
	6 macaques	+ 39.79
	5 cercopithèques	+28 43
	6 cynocéphales	+32.05
Cébiens.	4 cébus	+22.30
	4 atèles	+28.71
	3 ériodes	+41.84
	7 mycétès (hurleurs)	+67.17
Lémuriens	5 makis	+41.05

II. Autres mammifères (procédé graphique),

Carnassiers.

Chat	+ 63
Renard	+ 84
Loutre	+ 84
Vieux chien de berger	+ 90
Lion	+ 89
Raton	+ 93

Rongeurs.

Viscache	+ 99
Lapins	+102

Ruminants.

Vache	+ 74

Pachydermes.

Cheval	+ 86
Hippopotame	+ 90
Porc	+119

SUR

L'ANGLE ORBITO-OCCIPITAL

(*Bulletin de la Société d'anthropologie*, 2e série. T. XII. 1877, p. 325-333.)

J'appelle angle orbito-occipital l'angle qui mesure l'inclinaison du plan du trou occipital sur le plan déterminé par les deux aiguilles orbitaires.

J'ai étudié ailleurs (*Bull.* de 1873, p. 64 et dans ce volume p. 310) le plan des aiguilles orbitaires. Ces aiguilles, qui représentent l'axe de l'orbite, sont fixées d'une part dans le trou optique, d'une autre part dans le centre de l'ouverture orbitaire, à l'aide de l'orbitostat. Le plan qu'elles déterminent est aussi rapproché que possible du plan de la vision horizontale, qui est le vrai plan horizontal de la tête. Ce plan n'est pas anatomique, puisque le centre de l'ouverture orbitaire est un point virtuel; il ne répond donc pas aux besoins de la craniométrie usuelle, mais il est le plus fixe de tous les plans céphaliques, et dès lors il fournit le meilleur terme de comparaison dans les recherches qui concernent le degré d'inclinaison des divers plans crâniens.

Parmi ces plans, celui qui mérite le plus d'attention est le *plan du trou occipital* ; car c'est lui qui fait connaître la position de la tête sur la colonne vertébrale, et par conséquent l'attitude plus ou moins bipède, plus ou moins quadrupède des animaux.

L'étude de ce caractère a précédé celles de tous les autres, elle date de 1764, époque ou Daubenton publia son célèbre mémoire *sur les différences de la situation du trou occipital chez l'homme et les animaux.*

Daubenton remarqua que le trou occipital des bipèdes est situé vers le milieu de la face inférieure du crâne, tandis que celui des quadrupèdes est situé sur la partie postérieure du crâne; et comme une ouverture qui recule sur une surface qui remonte

doit successivement se relever, il en conclut que la position et la direction du trou occipital étaient solidaires l'une de l'autre, et qu'il suffisait de déterminer celle-ci pour connaître en même temps celle-là.

Il chercha donc à exprimer par une mesure angulaire l'inclinaison si variable du plan du trou occipital. Il fallait pour cela comparer la direction de ce plan avec celle d'un plan fixe. Le plan fixe qu'il choisit fut celui qui passe en arrière sur l'opisthion, en avant, sur le bord inférieur des deux orbites. Pour apprécier la direction relative de ces deux plans, Daubenton eut recours à un procédé graphique : il dessinait d'abord le profil du crâne, et tirait ensuite, sur ce dessin fait à la main, deux lignes droites représentant les deux plans en question ; ces deux lignes, se coupant sur l'opisthion, interceptaient un angle qu'il mesurait avec un rapporteur.

Il crut reconnaître ainsi que l'angle occipital qui porte aujourd'hui son nom constituait une caractéristique absolue de l'homme. Suivant lui, cet angle était à peu près nul, ou plutôt de 3 degrés, chez l'homme ; il s'élevait à 37 degrés chez l'orang d'Afrique (chimpanzé), à 47 chez les makis, à 80 chez le chien, à 90 enfin chez le cheval et chez la plupart des quadrupèdes. Il y avait donc entre l'homme, bipède parfait, et les singes, qui sont intermédiaires entre les bipèdes, et les quadrupèdes, une différence de 34 degrés, et cette différence était d'autant plus significative que l'angle occipital, Daubenton le croyait du moins, était le même chez tous les hommes.

Il est probable que Daubenton n'avait recueilli sur le crâne humain qu'un très-petit nombre d'observations. Dominé par cette idée préconçue, que l'angle occipital exprimait l'attitude de l'animal, sachant d'ailleurs que tous les hommes sont des bipèdes parfaits, il jugea sans doute qu'il suffisait d'étudier sous ce rapport deux ou trois crânes humains — peut-être un seul — pour connaître tous les autres.

Les résultats publiés par Daubenton ont été admis dans la science sans contestation pendant plus d'un siècle. Ils étaient d'ailleurs difficiles à contrôler, car le procédé de l'auteur était d'une application très-laborieuse et d'une exactitude très-imparfaite. Mais depuis que j'ai fait construire le *goniomètre occipital*,

décrit dans la séance du 4 juillet 1872 et dans ce volume p. 571, la mensuration de l'angle de Daubenton se fait aisément et rigoureusement en quelques secondes; et l'étude de plus de 1200 crânes m'a permis de constater deux faits généraux, entièrement contraires aux conclusions de Daubenton : en premier lieu, l'angle de Daubenton, loin d'être invariablement le même chez tous les hommes, présente, suivant les individus ou suivant les races, des différences qui peuvent aller jusqu'à 35 degrés ; en second lieu, ce caractère, loin de creuser entre l'homme et les singes un profond hiatus, n'établit entre eux qu'une démarcation incertaine, qu'une distance médiocre, franchie même quelquefois par les écarts individuels.

Sur le premier point, j'ai reconnu d'abord que le plan du trou occipital ne passe pas toujours, comme on le croyait, au-dessous de la ligne de Daubenton ; qu'il peut remonter jusque sur elle en donnant un angle nul, et plus haut encore, au-dessus d'elle, en donnant un angle négatif. Ce dernier résultat est tellement commun, que dans beaucoup de races humaines la moyenne de de l'angle est négative. Dans d'autres races au contraire, l'angle est toujours positif. Les variétés individuelles sont comprises entre la limite de — 16 degrés chez un Auvergnat, et celle de + 19 degrés chez un Hottentot; l'écart s'élève donc à 35 degrés.

Sur le second point, j'ai constaté que la limite de l'angle de Daubenton peut descendre chez certains singes *adultes* à 4 degrés au-dessous de la limite de + 19 degrés observée chez l'homme.

L'angle de Daubenton n'a pas perdu pour cela son importance ; il n'a plus la valeur qu'on lui avait attribuée comme caractéristique de l'homme; mais il en a acquis une autre : il a pris rang au nombre des caractères ethniques les plus remarquables, car si, au lieu de considérer les individus, on considère les moyennes ethniques, on reconnaît qu'il établit, entre les races humaines des divers groupes, des différences très-tranchées et conformes le plus souvent à la gradation hiérarchique de ces races. On reconnaît en outre que la plus forte moyenne ethnique, celle de la série des nègres de Nubie, ne dépasse pas + 9°, 34, qu'elle est par conséquent inférieure de 5 à 6 degrés aux minima

observés chez les singes. Cette différence est bonne à constater, sans doute; mais elle est évidemment trop faible, eu égard à la nature du caractère que l'on se proposait de déterminer au moyen de l'angle de Daubenton. S'il était vrai que cet angle fût l'expression exacte de l'attitude plus ou moins bipède, plus ou moins quadrupède des animaux, comme on l'a admis d'après Daubenton, il devrait établir entre les races humaines les plus inférieures et les singes les plus élevés une distance beaucoup plus considérable; il faudrait surtout que cette distance fût assez grande pour n'être jamais franchie par les cas individuels, car personne ne voudra croire que les singes chez lesquels l'angle de Daubenton descend à + 18 degrés, à + 16 degrés, à + 15 degrés, soient des bipèdes plus parfaits que le Hottentot, dont l'angle s'élève à + 19 degrés.

Cet entre-croisement prouve que l'angle de Daubenton ne mesure pas la vraie inclinaison du trou occipital; c'est parce que le prétendu plan fixe sur lequel Daubenton a placé le zéro de son angle est lui-même un plan très-instable, dont la direction dépend de plusieurs conditions très-diverses, entre autres de la hauteur très-variable de l'orbite.

Désirant supprimer cette dernière cause d'incertitude, j'ai essayé d'abord de substituer à la ligne fixe de Daubenton une ligne menée de l'opisthion à la racine du nez. J'ai mesuré aussi un *second angle occipital*, qui ne s'est pas montré plus fidèle que l'angle primitif de Daubenton. J'ai alors eu recours à une troisième ligne, certainement plus correcte que les deux précédentes : c'est la *ligne naso-basilaire* d'Aeby, tendue du basion à la racine du nez. Cette ligne, sur laquelle les variations de la face n'exercent qu'une influence indirecte et assez restreinte, représente la direction générale de la base du crâne en avant du trou occipital. J'ai donné le nom d'*angle basilaire* à l'angle compris entre elle et la ligne du trou occipital. Ayant ainsi simplifié le problème, par l'élimination de l'un de ses éléments les plus variables, j'espérais obtenir des résultats plus satisfaisants. Je ne puis pas dire que cette espérance ait été tout à fait vaine. Dans la comparaison de l'homme et des singes, l'angle basilaire augmente un peu la distance comprise entre ces deux groupes, de sorte que les plus grands écarts individuels ne donnent plus

qu'un entre-croisement de 1 degré au lieu de 4 degrés (un nègre, 37 degrés; une femelle d'orang et une femelle de chimpanzé, 36 degrés). J'ajoute que, sur les 1 200 crânes humains que j'ai examinés, il n'y en a qu'un seul qui atteigne la limite inférieure de l'angle basilaire des singes, tandis que 10, parmi lesquels figurent 2 crânes de femmes, atteignent ou dépassent 15 degrés, limite inférieure de l'angle de Daubenton chez les singes.

Les chiffres de l'angle basilaire sont donc moins incohérents que ceux de l'angle de Daubenton. Il est évident néanmoins qu'ils n'expriment pas correctement la direction du trou occipital et l'attitude de la tête, puisqu'ils feraient croire que certains singes sont aussi bipèdes que certains hommes.

Je me suis demandé quelle était la cause de ce résultat paradoxal, et j'ai dû reconnaître que, si la ligne naso-basilaire est plus fixe que la ligne de Daubenton, elle ne l'est pas assez cependant pour servir de base à la détermination de l'obliquité des autres lignes crâniennes. C'est qu'en effet la position relative du basion et de la racine du nez, ses deux points de repère, résulte de la combinaison de plusieurs conditions variables. Si l'on suit, dans la cavité crânienne, les changements de direction que subit la base de l'encéphale, on voit que cette base remonte d'abord sur la face supérieure de l'apophyse basilaire (*plan du clivus* des auteurs allemands) en faisant avec le plan du trou occipital un premier angle très-variable, nommé par M. Ecker l'angle des condyles ; après quoi elle change brusquement de direction pour aller reposer, au-devant de la selle turcique, sur la surface olfactive du sphénoïde (*planum sphenoïdale* des Allemands). Ce second changement de direction, étudié surtout par MM. Virchow et Welcker, est indiqué par l'angle *sphénoïdal*, ou angle de la selle turcique (*Sattelwinkel*). Cet angle, que chaque auteur mesure à sa façon, donne des résultats très-divers suivant les points de repère que l'on adopte ; mais, de quelque manière que l'on procède, on constate toujours que l'inflexion sphénoïdale est très-variable. Enfin, lorsqu'on est parvenu à l'extrémité antérieure ou ethmoïdale de la boîte crânienne, on voit que ce point terminal de la base de l'encéphale affecte des rap-

ports très-variables encore avec la racine du nez. C'est de la combinaison de tous ces éléments instables que résulte la direction de la ligne naso-basilaire, et l'on conçoit que si, chez un individu d'ailleurs normal, tous ces éléments varient dans le même sens, la direction de la ligne naso-basilaire puisse être très-gravement perturbée. Voilà comment l'angle basilaire peut exceptionnellement, chez quelques individus des races inférieures, devenir aussi grand que chez certains singes.

Les procédés suivis jusqu'ici pour apprécier le degré d'inclinaison du trou occipital sont donc défectueux. Leur imperfection est proportionnelle au degré de variabilité de la ligne crânienne que l'on prend comme ligne fixe. J'avais songé d'abord à déterminer la direction du trou occipital, par rapport au plan alvéolo-condylien, qui est le moins variable de tous les plans crâniens, quoiqu'il soit sujet encore à des variations assez étendues; quelques essais que j'avais faits à ce sujet m'avaient donné des résultats satisfaisants; mais, en y réfléchissant, j'ai jugé préférable de donner une autre base à mes recherches. Ce qu'il faut chercher, pour apprécier l'attitude du crâne, ce n'est pas l'inclinaison de la ligne occipitale sur tel ou tel plan crânien, c'est la direction qu'elle affecte par rapport à l'horizon dans la station naturelle. Or, je crois avoir établi dans mes trois mémoires précédents (*Bullet. de la Société d'Anthrop.*, 1873 et dans ce volume p. 397 et 487) que le vrai plan horizontal de la tête des mammifères est celui que déterminent les deux axes visuels, lorsque l'animal au repos regarde l'horizon. Sur le crâne sec, ce plan est déterminé avec une exactitude suffisante par les deux aiguilles orbitaires, fixées dans l'axe des orbites à l'aide des orbitostats.

Le *plan biorbitaire* ainsi obtenu est le vrai plan horizontal du crâne chez les animaux aussi bien que chez l'homme ; je m'en suis déjà servi avec avantage, pour déterminer le degré de variabilité et le degré d'obliquité d'un certain nombre de plans crâniens. C'est à ce même plan que je rapporte aujourd'hui la direction du trou occipital, en mesurant l'angle que j'appelle *orbito-occipital*.

En substituant ce mode de détermination à ceux qui ont été usités jusqu'ici, j'ai vu disparaître ce qu'il y avait d'incohérent et de paradoxal, dans les résultats fournis par l'étude des angles

occipitaux et basilaire, L'angle orbito-occipital présente chez l'homme des variations ethniques et individuelles très-étendues, mais la limite supérieure de ces oscillations reste toujours, même dans les cas les plus extrêmes, bien au-dessous de la limite inférieure observée chez les singes, de sorte que jamais un individu humain, à partir de l'âge où il commence à marcher, ne peut venir se confondre avec les autres animaux.

L'angle orbito-occipital est tantôt négatif, tantôt positif. Il est négatif lorsque son sommet est dirigé en avant, c'est-à-dire lorsque le plan du trou occipital coupe le plan biorbitaire en avant du basion. Il est positif lorsque son sommet est dirigé en arrière. Il est nul, naturellement, lorsque les deux plans sont parallèles.

Ceci posé, l'angle orbito-occipital est *constamment positif* chez tous les animaux autres que l'homme.

Chez l'homme, au contraire, à partir de l'âge d'un an, il est presque constamment *négatif*; il l'est invariablement dans toutes les races d'Europe, où les ocillations individuelles sont comprises entre — 5 degrés et — 39 degrés. Dans les races inférieures il peut, chez quelques individus, devenir nul et même positif ; mais il ne dépasse pas + 5 degrés, à l'état normal, et reste ainsi à 17 degrés au-dessous du minimum de + 22 degrés observé chez les anthropoïdes. La microcéphalie elle-même ne diminue pas notablement cette distance, ainsi qu'on le voit sur le tableau ci-joint.

Si maintenant, au lieu des cas individuels, on considère les moyennes, on voit que l'angle orbito-occipital est négatif dans toutes les races humaines. La plus forte moyenne négative est de — 20°,2, la plus faible, celle des Esquimaux, est de — 3 degrés. De là à la plus faible moyenne des anthropoïdes (chimpanzés, + 32°,73) il y a une distance de près de 36 degrés, qui est double de la distance comprise entre la plus forte et la plus faible moyenne humaine. Ce résultat me paraît digne d'attention.

Pour mesurer l'angle orbito-occipital, j'ai eu recours à deux procédés, l'un graphique, l'autre trigonométrique, également rigoureux l'un et l'autre, mais bien différents sous le rapport de la facilité et de la rapidité. Le procédé graphique consiste à

mesurer l'angle avec un rapporteur, sur un dessin géométrique représentant la coupe médiane du crâne. Le procédé trigonométrique est au moins soixante fois plus rapide.

C'est un cas particulier de la méthode générale que j'ai exposée dans mes mémoires de 1873, et sur laquelle il serait peut-être superflu de revenir aujourd'hui.

Je me borne à présenter ici les résultats généraux de mes recherches sur l'angle orbito-occipital. Elles seront développées en détail dans un mémoire plus étendu, qui paraitra prochainement dans la *Revue d'Anthropologie.* (voir dans ce volume p. 595)

L'ANGLE ORBITO-OCCIPITAL CHEZ L'HOMME ET LES ANTHROPOIDES.

1° *Cas individuels.*

Maxima chez l'homme.	Maximum normal, une négresse	+ 5.0
	Un crâne déformé d'Ancon (Pérou)	+ 7.5
	Un microcéphale d'Europe	+10.0
	Un fœtus à terme	+10.5
Minima chez les anthropoïdes adultes.	Un gorille femelle	+22.0
	Un chimpanzé femelle	+24.5
	Un gibbon lar mâle	+26.0

2° *Moyenne.*

Hommes.	Moyenne minima, Croates	−20.2
	— maxima, Esquimaux	− 3.0
	— de cinq microcéphales adultes	+ 2.6
	— de dix-sept fœtus humains	+ 3.1
Anthropoïdes adultes.	Cinq chimpanzés	+32.73
	Huit gibbons	+37.71
	Dix gorilles	+40.27
	Six orangs	+45.62

DISCUSSION.

M. Bertillon fait observer qu'il y a chez les anthropoïdes une différence très-notable entre les mâles et les femelles. Il demande si cette différence entre les sexes existe chez l'homme.

M. Broca répond affirmativement. L'angle orbito-basilaire est toujours moindre de 2 ou 3 degrés chez la femme que chez l'homme.

SUR

LA DIRECTION DU TROU OCCIPITAL

DESCRIPTION DU NIVEAU OCCIPITAL ET DU GONIOMÈTRE OCCIPITAL.

(*Bulletins de la Société d'Anthropologie, 2e série*, T, VII. 1872 *p*. 649-668.)

Le mémoire de Daubenton sur *les Différences de la situation du trou occipital dans l'homme et dans les animaux*, communiqué en 1764 à l'Académie des sciences, est le premier travail où l'anatomie comparée du crâne ait été établie sur les bases de l'observation rigoureuse et de l'interprétation philosophique.

Daubenton a étudié les deux grands caractères qui dominent toute la question de l'équilibre de la tête, dans la station bipède ou quadrupède, savoir : la situation et la direction du trou occipital. Il a démontré que ces deux caractères sont solidaires ; que, la direction du trou occipital étant connue, sa situation l'est aussi, qu'on peut donc, en mesurant l'angle d'inclinaison de ce trou, exprimer en chiffres, c'est-à-dire en degrés, l'élément le plus essentiel de l'attitude de la tête et de l'architecture du crâne.

Dans le type des bipèdes, les condyles de l'occipital et le bord antérieur du trou occipital qui les accompagne nécessairement sont situés vers le milieu de la base du crâne ; il en résulte que la tête est presque en équilibre sur l'extrémité de la colonne vertébrale, et comme celle-ci est presque verticale, le plan du trou occipital est à peu près horizontal.

Dans le type des quadrupèdes, la tête, placée au bout d'une colonne vertébrale presque horizontale, retombe en avant. Pour s'adapter sur l'extrémité antérieure de cette colonne, le trou occipital doit se présenter dans une direction à peu près verticale, et regarder en arrière ; il doit donc se placer sur la face

postérieure de la tête, et reculer par conséquent jusqu'à l'extrémité postérieure de la base du crâne.

Mais l'attitude si variable de la tête des quadrupèdes ne permet pas de rapporter la direction du trou occipital à un plan absolu comme celui de l'horizon. Il faut la rapporter à une ligne ou à un plan, pris sur le crâne même. Voulant exprimer ce caractère par une mesure angulaire, Daubenton commença donc par déterminer sur le crâne un *plan fixe;* il choisit à cet effet le plan idéal qui passe par le bord postérieur du trou occipital et et par le bord inférieur des orbites.

Dans le type bipède, ce plan est presque confondu avec celui du trou occipital, ainsi qu'on le voit sur la figure 29. La ligne YOY′ représente, sur une coupe médiane du crâne, la direction du plan fixe de Daubenton. La ligne ponctuée XOX′ donne la direction du plan du trou occipital, et l'angle XOY est à peu près nul (1).

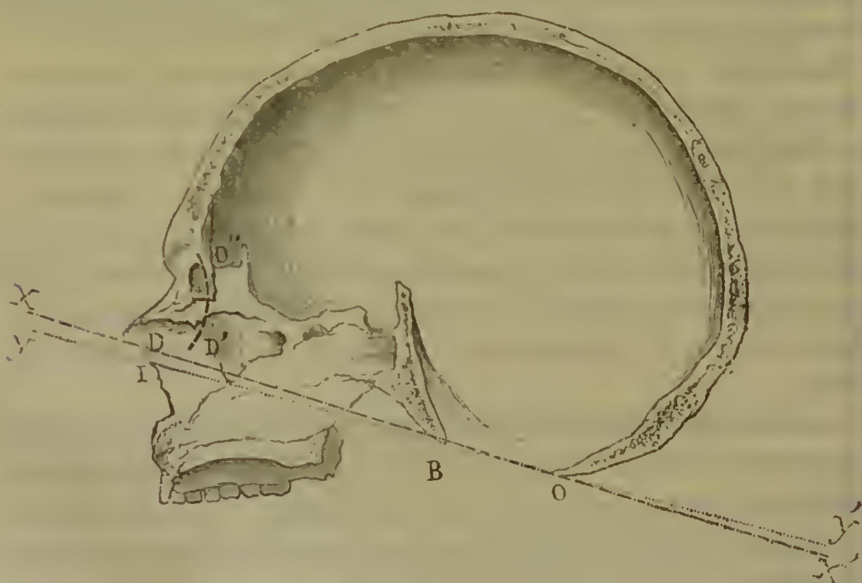


Fig. 29. — L'angle de Daubenton (coupe médiane d'un crâne d'Européen).

O, l'opisthion ; B, le basion ; D′D″, ligne ponctuée représentant la projection du profil de l'orbite sur le plan médian du crâne ; D, le point orbitaire de Daubenton, placé sur le niveau de D′ ; XOY, l'angle de Daubenton ; il est positif et de 3 degrés.

1. J'ai cru devoir donner ici une coupe médiane du crâne, au lieu de reproduire le dessin de profil donné par Daubenton. La ligne qui marque le plan fixe de Daubenton est, il est vrai, hors du plan médian, puisqu'elle passe par

Cet angle, dont le sommet est placé sur le milieu du bord postérieur du trou occipitul, est l'*angle occipital de Daubenton.*

Dans le type quadrupède, le trou occipital BO recule jusque sur la face postérieure de la tête; il regarde par conséquent en arrière et devient presque perpendiculaire au plan fixe YY'; l'angle de Daubenton s'ouvre ainsi jusqu'à 90 degrés.

Voilà donc une différence tout à fait décisive entre les deux types. Ce principe général une fois reconnu, Daubenton avait un criterium pour déterminer, d'après l'examen du crâne, l'attitude des animaux. Il passa en revue les principales espèces de vertébrés. Commençant par l'homme, il remarqua, ou crut remarquer, que l'angle XOY n'était pas absolument nul, mais qu'il était ouvert seulement de 3 degrés. En passant de l'homme au chimpanzé (qu'on appelait alors l'*orang d'Angola*), cet angle sautait tout à coup à 37 degrés. Il arrivait à 47 degrés chez les makis, qui occupent un rang inférieur dans l'ordre des primates. Il s'ouvrait davantage dans les autres ordres. Il atteignait une ouverture de 80 degrés chez le chien (1), et s'élevait enfin à la limite de 90 degrés chez le cheval et chez les quadrupèdes ovipares (sauriens et batraciens).

Daubenton déduisit de ces recherches les conclusions suivantes : 1° l'angle occipital présente chez l'homme et les quadrupèdes des différences qui peuvent aller jusqu'à 90 degrés ; 2° le tiers environ de cet écart s'observe entre l'homme et les animaux qui en diffèrent le moins (singes) ; 3° les deux autres tiers de la différence sont répartis entre diverses espèces de quadrupèdes.

L'étude de l'angle occipital lui avait révélé ce fait d'une haute importance, que les singes établissaient une transition entre le type des bipèdes et celui des quadrupèdes, que ces animaux n'étaient ni bipèdes ni quadrupèdes, et que leur tête était équilibrée de manière à leur permettre de prendre alternativement les deux attitudes. La différence entre le type de l'homme et

le bord inférieur de l'orbite ; mais il faut évidemment la reporter dans ce plan pour mesurer l'angle qu'elle fait avec le plan du trou occipital.

1. Daubenton n'a pas donné dans son texte la mesure de l'angle occipital du chien ; il s'est borné à dire qu'il était très-ouvert, quoique moins ouvert que celui du cheval. Mais il a représenté sur une figure les lignes occipitales du chien, et, en mesurant au rapporteur l'angle qu'elles interceptent, on trouve 80 degrés.

celui des autres animaux se trouvait ainsi notablement atténuée; puisque l'écart des angles occipitaux se trouvait réduit de près des deux tiers. Mais il restait encore un vaste hiatus de 34 degrés entre le type de l'homme et celui de ses plus proches voisins zoologiques.

Cette dernière assertion a été répétée par tous les auteurs qui depuis lors ont parlé de l'angle de Daubenton. Je montrerai tout à l'heure qu'elle est erronée. Daubenton avait borné ses observations à l'homme d'Europe; s'il avait mesuré son angle occipital sur des crânes de nègres, et s'il avait en outre étudié un plus grand nombre de crânes de singes, il aurait vu diminuer et même disparaître l'hiatus qu'il signalait. Mais la direction horizontale du trou occipital étant le caractère des bipèdes, et tous les hommes étant bipèdes, il lui avait paru évident que l'angle occipital devait être le même dans toutes les races humaines, c'est-à-dire d'au moins 3 degrés.

C'est sans doute pour ce motif que l'importance de l'angle de Daubenton n'a été admise jusqu'ici que par les zoologistes. La plupart des anthropologistes l'ont entièrement passé sous silence; quelques-uns l'ont mentionné au nombre des caractères qui distinguent l'homme des singes, mais aucun n'y a cherché un caractère propre à distinguer les types humains entre eux, et aucun ne s'est attaché à répéter les observations de Daubenton, pour en contrôler l'exactitude.

Il faut dire aussi que le procédé suivi par Daubenton pour mesurer son angle était à la fois très-défectueux et très-difficile. Il fallait d'abord dessiner aussi exactement que possible le profil du crâne. On y marquait aisément le niveau du bord inférieur de l'orbite. Jusque-là tout était bien; mais, sur les dessins de profil, le bord postérieur du trou occipital est souvent masqué par la saillie des parties latérales, et le bord antérieur de ce trou l'est toujours. Il fallait donc reporter sur le dessin, par une évaluation qui ne pouvait être qu'approximative, les deux points qui donnaient la direction du trou occipital, après quoi l'on tirait à la régle les deux lignes occipitales, et on mesurait l'angle avec un rapporteur.

Ce procédé était si lent, que Daubenton avait dû se borner à un assez petit nombre d'observations; mais il avait l'inconvé-

nient beaucoup plus grave d'être très-trompeur. Il pouvait donner, soit par la faute du dessinateur, soit par celle de l'anatomiste, des erreurs de plusieurs degrés. Cette approximation pouvait suffire aux zoologistes, lorsqu'ils comparaient entre eux des animaux d'espèces très-différentes; aussi Daubenton avait-il pu, malgré l'imperfection de son procédé, constater des résultats importants; mais les différences plus légères devaient lui échapper, et c'était ainsi qu'il avait pu croire que son angle occipital était à peu près invariable chez l'homme.

Le peu de cas que les anthropologistes ont fait jusqu'ici de l'angle de Daubenton ne prouve donc pas le peu d'utilité de l'étude de cet angle, mais seulement la nécessité de recourir à un procédé de mensuration plus rigoureux et plus pratique. J'ai fait construire à cet effet un goniomètre spécial que je vais d'abord décrire. Il y aura lieu de chercher ensuite si le plan fixe sur lequel Daubenton plaçait le zéro de son angle occipital est celui qui convient le mieux.

Le *goniomètre occipital* se compose d'un arc et d'un cadran situés l'un et l'autre dans un même plan, qui doit coïncider avec le plan médian de la tête.

L'arc est assez grand et assez courbe pour pouvoir embrasser dans sa concavité la base du crâne et la totalité de la face. A son extrémité antérieure *a*, il supporte une douille cylindrique dans laquelle se meut la fiche ponctuée *bb'*. Son extrémité occipitale O supporte une aiguille fixe O*d*, dont l'axe se trouve sur le prolongement de la ligne *bb'*. Ces deux axes, qui se confondent en un seul, déterminent la ligne XX', qu'on peut appeler l'axe du goniomètre. Pour que l'instrument soit en position, il faut que l'axe XX' coïncide avec la ligne fixe de l'angle occipital, et que le point O soit placé sur le sommet de cet angle, c'est-à-dire sur le milieu du bord postérieur du trou occipital, point que j'ai l'habitude de désigner dans mes cours de craniologie sous le nom d'*opisthion* (τὸ ὀπίσθιον, le point postérieur).

Le cadran s'attache en O, par son centre, au moyen d'un pivot qui lui permet de tourner en restant toujours appliqué sur l'arc, et sur son aiguille O*d*. Par conséquent, lorsque le cadran est placé dans le plan médian du crâne, l'aiguille, l'arc, le système entier se trouve dans le plan médian.

Le cadran forme un peu plus d'un quart de cercle ; il est gradué de 0 à 100 degrés nonagésimaux. En avant du point O, il supporte un prolongement O*e* dont la longueur doit excéder celle du plus grand trou occipital. Ce prolongement O*e*, long de 43 millimètres, fait suite à celui des bords du cadran auquel correspond le zéro de la graduation. En d'autres termes, le zéro *f* et

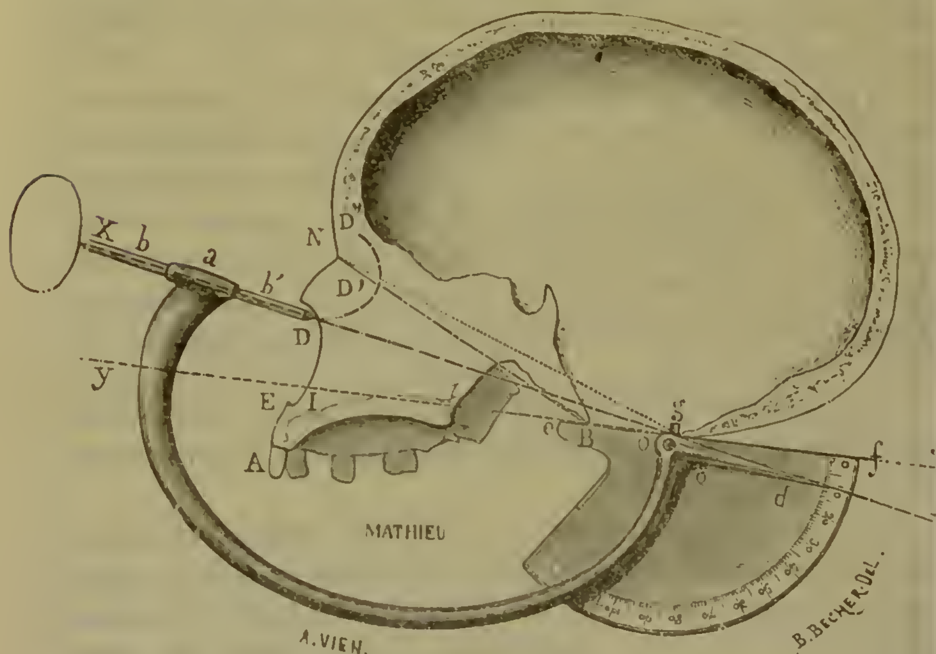


Fig. 30. Le goniomètre occipital, appliqué sur la coupe médiane d'un crâne de nègre, de manière à mesurer l'angle de Daubenton.

Les lettres O, B, D, D', D'', I, X, X', Y, Y', comme sur la figure 29. N ; la racine du nez ; E, l'épine nasale ; A, le point alvéolaire. — La flèche *bb'* du goniomètre aboutit au point D ou point orbitaire de Daubenton. — L'angle de Daubenton, XOY ou DOI, est positif et égal à 10 degrés. — L'angle NOY est le second angle occipital. Il est de 20 degrés. — L'angle NBY est l'angle basilaire. Il est de 26 degrés.

les points O et *e* sont sur une ligne droite qui constitue la base du cadran. Enfin une petite pointe *g*, fixée sur cette base au niveau du point O, pénètre dans le trou occipital et permet de fixer le centre du cadran sur le bord postérieur de ce trou.

Pour mettre l'instrument en position, on doit, comme je l'ai déjà dit, faire coïncider son axe XX' avec la ligne fixe de l'angle occipital. Cette ligne, d'après la détermination de Daubenton, passe en arrière sur l'opisthion, point naturellement marqué sur

le crâne ; en avant, elle coupe le profil de la tête en un point D, situé sur le niveau du bord inférieur des orbites. Mais ce point n'est pas marqué sur le crâne. On l'obtient aisément en faisant passer sur la région nasale une ficelle transversale tangente au bord inférieur des deux orbites. Un aide fixe cette ficelle pendant l'opération. Pour simplifier la manœuvre, on peut marquer au crayon le point où la ficelle transversale coupe le bord de la narine. Cette marque permet de reconnaître très-suffisamment le niveau de l'extrémité antérieure de la ligne de Daubenton.

Cela posé, on applique le goniomètre de la manière suivante. On renverse le crâne sur sa voûte. On saisit de la main gauche l'extrémité antérieure de l'arc du goniomètre, en plaçant le pouce dans un anneau qui termine la fiche *bb'*. La main droite, tenant l'autre extrémité de l'arc, fixe le centre O sur le bord postérieur du trou occipital, fixation rendue facile par la résistance de la petite pointe *g*, qui s'appuie sur ce bord. Le pouce de la main gauche fait alors avancer la fiche *bb'* jusque sur le point D ; l'arc se trouve ainsi en position, puisque son axe XX' coïncide avec la ligne fixe de Daubenton.

Pour obtenir le second côté de l'angle, il ne s'agit plus que de placer la base du cadran sur l'axe antéro-postérieur du trou occipital. L'un des points de cette base, le point O, coïncide déjà avec le bord postérieur du trou ; en outre le plan du cadran coïncide déjà avec le plan médian du crâne. On se souvient enfin que le cadran peut tourner autour de son centre O en restant toujours dans le même plan ; par conséquent, si l'on fait tourner le cadran jusqu'à ce que son prolongement antérieur O*e* vienne appuyer sur le point B, bord antérieur du trou occipital ou *basion*, le côté *ef* qui forme la base du cadran donnera la direction du plan du trou occipital.

Dans cette position, l'angle occipital de Daubenton n'est autre que XOY, mais on mesure à sa place l'angle X'OY', qui lui est opposé par le sommet. Or, d'une part, le zéro du cadran est situé en *f* sur la ligne OY', et d'une autre part l'aiguille O*d*, qui est fixée sur l'arc du goniomètre, vient affleurer en *d* la graduation du cadran. Il suffit donc de lire sur le cadran le degré sur lequel s'applique l'aiguille O*d* pour avoir la mesure de l'angle occipital.

On peut ainsi lire la mesure de l'angle de Daubenton toutes les fois qu'elle est nulle ou qu'elle est positive, c'est-à-dire plus grande que zéro. Mais, chose que Daubenton n'avait pas soupçonnée, l'angle est très-souvent négatif : en d'autres termes, la ligne OY passe au-dessus de la ligne OX, d'où il résulte que l'aiguille O*c* franchit le zéro et sort du cadran. Il serait facile de prolonger la circonférence extérieure du cadran et d'y placer une graduation négative, mais ce prolongement serait toujours très-gênant et en outre, sur certains crânes dont l'angle occipital est positif et très-grand, et dont les bosses cérébelleuses sont très-saillantes, il viendrait toucher l'occipital et arrêterait le mouvement du cadran. On évite cet inconvénient en donnant à l'arc du goniomètre une courbure telle que, lorsque l'aiguille est sur le zéro, le bord convexe de l'arc corresponde sur le cadran à la marque de 100 degrés. Lorsque l'angle est négatif, l'arc marque sur le cadran un chiffre inférieur à 100 degrés. S'il marque par exemple 91 degrés, on en conclut que l'angle de Daubenton est égal à 91 degrés — 100 degrés, c'est-à-dire à — 9 degrés.

Au moyen de cet instrument, dont le maniement est très-rapide et dont les mensurations sont rigoureuses, on peut aisément étudier sur de grandes séries le degré d'ouverture de l'angle de Daubenton, et contrôler l'exactitude des conclusions que ce célèbre naturaliste n'avait pu faire reposer que sur un nombre d'observations très-limité et sur un procédé défectueux.

On constate ainsi que l'angle occipital est plus petit chez l'homme que chez les singes, chez les singes que chez les makis, chez ceux-ci que chez les carnassiers et les pachydermes; par conséquent, au point de vue de l'anatomie comparée, les remarques de Daubenton, quoique entachées de nombreuses erreurs de détail, demeurent valables. Mais, au point de vue de l'anthropologie et de la distinction à établir entre l'homme et les singes, il ne reste rien des conclusions prématurées qu'il avait admises, et qui sont classiques depuis plus de cent ans.

En premier lieu, l'angle occipital, loin de présenter chez l'homme une sorte de fixité, présente au contraire des variations très-étendues. Je l'ai vu descendre, sur des crânes européens, jusqu'à 13, 15 et même 16 degrés *au-dessous de zéro;* je l'ai vu

s'élever à 16 et 17 degrés *au-dessus de zéro* chez certains nègres, et même à + 19 degrés chez un Hottentot. La différence entre ces écarts extrêmes est de 35 degrés ! Il est vrai que les crânes sur lesquels l'angle descend au-dessous de — 12 sont presque toujours atteints de la déformation plastique décrite par Barnard Davis ; il est permis de faire abstraction de ces cas anormaux, et l'écart se trouve ainsi réduit à 32 degrés. Mais il y a loin de là à la fixité annoncée par Daubenton.

En second lieu, ces divergences ne dépendent pas seulement des variations individuelles ; elles dépendent surtout de la race, et constituent un caractère anthropologique de premier ordre. Il y a telle race où l'angle de Daubenton monte rarement au-dessus de + 5, et telle autre race où il descend rarement jusqu'à zéro. Dans les races d'Europe, il donne des moyennes peu différentes de zéro, et souvent un peu plus petites que zéro (moyenne de 88 Auvergnats : — 1°,50). Ces moyennes sont beaucoup plus fortes dans les races inférieures ; elles s'élèvent à + 6°,38 chez les Esquimaux, à + 6°,54 chez les Hottentots et Boschimans, à + 6°,87 chez les Australiens, à + 8°,29 chez les nègres occidentaux et enfin à + 9°,34 chez les Nubiens de l'île d'Éléphantine. Je prépare un travail d'ensemble sur l'étude de ce caractère important dans la série des races humaines. Mais les chiffres qui précèdent sont déjà suffisants pour montrer que l'angle de Daubenton, comme la plupart des autres caractères, présente, dans les races inférieures, une gradation vers le type des singes.

En troisième lieu, enfin, le minimum de 37 degrés, assigné par Daubenton à l'angle occipital des singes, est tout à fait erroné. J'ai mesuré cet angle sur un grand nombre de singes anthropoïdes ou pithéciens, soit dans la galerie du Muséum, soit dans mon laboratoire. Je l'ai vu descendre chez un jeune orang à 17 degrés, et à 23 degrés chez un autre ; chez un jeune gorille à 16°,5, chez un jeune chimpanzé à 14 degrés et chez un autre plus plus jeune à + 5 degrés (ce dernier cas s'est présenté sur le crâne du chimpanzé qui porte, dans la galerie du Muséum, l'inscription n° 4, 26 juillet 1867).

Restent les singes adultes. Sur un orang mâle du Muséum, l'angle de Daubenton s'élève à 40 degrés. C'est le maximum que

j'aie observé chez les anthropoïdes. Viennent ensuite un gorille mâle et un chimpanzé femelle, avec un angle de 31 degrés, puis plusieurs orangs, gorilles et chimpanzés des deux sexes avec des angles compris entre 26 et 30 degrés ; enfin, un chimpanzé femelle adulte (provenant de la collection Blainville, au Muséum) n'a plus que 16 degrés.

Chez les gibbons, quatrième et dernier genre des anthropoïdes, j'ai trouvé, pour les adultes, un maximum de 30,4 degrés (sur un gibbon brun) et un minimum de 18 degrés (sur un gibbon lar).

Dans la famille des pithéciens (singes catharrhiniens ou de l'ancien continent), j'ai vu l'angle occipital varier de 15 à 24 degrés chez les semnopithèques, de 21 à 25 degrés chez les guenons, de 16 à 28 degrés chez les cynocéphales.

Ainsi la distance entre l'homme et les singes, sous le rapport de l'angle de Daubenton, est assez petite pour qu'elle puisse être franchie non-seulement par les jeunes singes, mais encore par les singes adultes. Chez ceux-ci, l'angle peut descendre à 16 degrés et même à 15 degrés, tandis que chez l'homme il a pu s'élever dans un cas jusqu'à 19 degrés. Ce cas est unique, il est vrai, et doit être considéré comme exceptionnel. Si je l'élimine, le plus grand angle que j'aie observé sur plus de deux cents crânes africains et océaniens, ne dépasse pas 17 degrés. Mais cette atténuation est bien légère, et il est clair qu'on ne peut plus faire figurer l'angle de Daubenton au nombre des caractères qui distinguent *absolument* l'homme des singes.

Et comme il n'est pas moins évident que le Hottentot dont l'angle atteint 19 degrés est un bipède plus parfait que le chimpanzé femelle dont l'angle descend à 16 degrés, nous devons en conclure que la direction du trou occipital n'est pas le criterium *rigoureux* de l'attitude plus ou moins bipède, plus ou moins quadrupède ; mais si Daubenton a pu tirer de l'étude de ce caractère des conséquences trop absolues, ce n'est pas une raison pour en méconnaître l'importance. Il reste toujours parfaitement acquis que l'abaissement du plan occipital constitue un caractère d'infériorité, qu'il est à son maximum dans les races humaines les plus inférieures, qu'il s'atténue dans les groupes

plus élevés pour disparaître dans les groupes supérieurs, et que par conséquent ce caractère doit prendre place désormais parmi ceux qui offrent le plus d'intérêt aux anthropologistes.

Les résultats qui précèdent montrent l'utilité du goniomètre occipital que je viens de décrire.

Cet instrument est d'un maniement très-facile et d'un prix assez modeste, mais il exige l'intervention d'un constructeur habile et bien dirigé. J'ai donc pensé qu'il serait avantageux de pouvoir, à son défaut, apprécier sinon rigoureusement, du

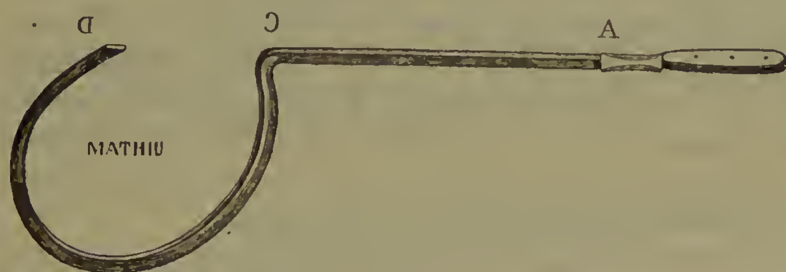


Fig. 31. Le niveau occipital.

AC, tige droite appliquée sur l'axe du trou occipital ; CD, l'arc qui contourne la mâchoire ; le bec D, placé sur le prolongement de la ligne AC, marque sur le profil de la face le niveau du plan du trou occipital.

moins d'une manière approximative, le caractère qu'il fait connaître; et j'ai fait fabriquer à cet effet un instrument beaucoup plus simple, que chaque observateur peut construire lui-même avec une pince et un gros fil de cuivre ou de fer, et que j'appelle le *niveau occipital*.

Le niveau occipital (fig. 31) sert à marquer sur le profil de la face le niveau du point où passe le plan du trou occipital, c'est-à-dire du point I de la figure 30. Il se compose d'une tige plate AC, qui se continue avec un arc CD assez grand pour contourner la partie inférieure de la face, et qui se termine en un bec aplati D placé exactement sur le prolongement de la ligne AC. La distance CD doit être de 70 millimètres, afin que l'instrument puisse s'appliquer sur tous les crânes humains. Plaçant le point C à la base du crâne, au niveau des narines postérieures, on applique la tige AC sur l'axe du trou occipital ; le bec D se trouve

ainsi placé au-devant de la région faciale. Alors on fait glisser AC d'avant en arrière sur le trou occipital jusqu'à ce que le bec D arrive sur le profil de la face. Lorsqu'il aboutit au-dessus ou au-dessous de l'ouverture des narines antérieures, il rencontre le squelette sur la ligne médiane ; le plus souvent il aboutit sur cette ouverture, alors on le dévie légèrement vers l'une ou l'autre narine pour l'amener au contact du bord correspondant du maxillaire. On détermine ainsi en une seconde le niveau du point où le plan occipital coupe le profil de la face.

Cela suffit pour avoir une idée non pas exacte, mais assez approximative de l'angle occipital de Daubenton.

Lorsque l'angle est très-grand, le niveau descend très-bas ; il peut descendre jusque sur le bord alvéolaire, et même un peu plus bas. Il peut remonter jusqu'à la racine du nez et même un peu au-dessus, jusque sur la glabelle ; mais dans ce dernier cas, on remarque *toujours* que la région du trou occipital est le siége de la déformation plastique de Barnard Davis.

Ces variations, comme on le voit, sont très-étendues. Pour les interpréter, il convient de marquer d'un petit trait de crayon sur les bords de l'apophyse montante de l'un des maxillaires, le niveau du bord inférieur des orbites, comme on le fait avant d'appliquer le goniomètre. Lorsque le bec D tombe sur ce point qu'on peut appeler O (initiale du mot *orbite*), l'angle de Daubenton est exactement égal à zéro. Lorsque le bec tombe au-dessus de O, l'angle est négatif; lorsqu'il tombe au-dessous de O, l'angle est positif, et d'autant plus grand qu'il tombe plus bas.

Cette première notion est déjà utile; mais on peut obtenir des indications plus précises, en profitant des marques naturelles qui existent sur le squelette de la face et en désignant ces points sous le nom d'une lettre de l'alphabet.

La marque supérieure est la racine du nez, depuis longtemps appelée N par les craniologistes.

Le milieu de l'espace compris entre N et O correspond à la gouttière de l'os unguis, située près de la ligne médiane, et peut dès lors être appelé U (initiale du mot *unguis*).

En bas, le milieu de l'arcade alvéolaire est depuis longtemps désigné sous le nom de A (initiale du mot *alvéole*).

Plus haut, se trouve l'épine nasale, E (initiale du mot *épine*).

Enfin, entre l'épine nasale E et le point orbitaire O, on aperçoit sur la paroi externe des fosses nasales une crête qui donne insertion au cornet inférieur et qui se prolonge jusque sur le bord de l'ouverture de la narine, où elle est toujours très-visible. Ce point intermédiaire entre E et O pourrait être appelée C (initiale du mot *cornet*); mais il vaut mieux l'appeler *le point Intermédiaire*, I, et de la sorte les lettres indicatrices se succèdent de bas en haut en reproduisant la série des voyelles A, E, I, O, U, après laquelle vient le point N. Ces indications une fois connues ne peuvent plus s'oublier.

Cela posé, la marque A, sur les crânes dont l'arcade alvéolaire n'a pas été résorbée par suite d'une ancienne édentation, signifie que l'angle de Daubenton est compris entre + 13 et + 17 degrés.

A la lettre E correspond un angle de + 7 à 11 degrés.

A la lettre I, un angle de + 2 à + 5 degrés.

A la lettre O, un angle égal à 0.

A la lettre U, un angle de — 5 à — 7 degrés.

A la lettre N enfin, un angle de — 11 à — 13 degrés.

Lorsque le niveau tombe entre deux lettres, on peut adopter des notations plus précises. Supposons qu'il se place entre I et E : s'il est à peu près au milieu de l'espace, on marque IE ; s'il est plus près de I, on marque I^2E, ou E^2I s'il est plus près de E. Mais on n'éprouve le besoin de pousser jusque-là les subdivisions que lorsqu'on se propose d'étudier avec quelque attention l'angle de Daubenton, et alors on ne peut se contenter des indications fournies par le niveau occipital; il faut recourir au goniomètre.

Le niveau occipital, en effet, ne peut donner qu'une approximation. Si le profil de la face était un arc de cercle dont le centre serait placé sur l'opisthion, sommet de l'angle de Daubenton; les parties de cet arc mesurées sur la face correspondraient à des angles déterminés. Mais il n'en est point ainsi ; le profil facial est toujours oblique, quelquefois très-oblique; le point A est toujours beaucoup plus éloigné de l'opisthion que le point N, et les divisions de la ligne AN, divisions inégales d'ailleurs et va-

riables suivant les sujets, ne sauraient correspondre à des divisions du cercle. Le niveau occipital, instrument purement descriptif, ne saurait donc remplacer le goniomètre occipital, instrument de précision; mais la rapidité et la simplicité de son application et la facilité avec laquelle chacun peut le construire avec un simple fil de cuivre, ne sont pas à dédaigner. Je pense donc qu'il mérite de prendre place au nombre des instruments les plus usuels de la craniologie.

Le second angle occipital et l'angle basilaire. — Les points de repère qui déterminent le plan fixe de Daubenton sont tout à fait arbitraires; ils n'ont ni connexion ni solidarité. L'opisthion est sur le crâne; les points orbitaires sont sur la face. La position de ceux-ci est variable comme la hauteur des orbites et n'a aucun rapport avec l'équilibre général de la tête. En outre, ils sont latéraux, tandis que l'opisthion est médian, ce qui est fort incommode. Si, malgré ces objections, qui n'ont pu lui échapper, Daubenton a cru devoir faire passer son plan fixe par les points orbitaires, c'est parce qu'il estimait que, chez l'homme, ce plan différait à peine du plan du trou occipital, et que celui-ci ne pouvait jamais passer au-dessus de celui-là. En d'autres termes, son intention était de placer le zéro de son angle à la limite supérieure des oscillations que peut présenter dans la série animale la direction du trou occipital; s'il avait su, comme nous le savons maintenant, que cet angle est presque aussi souvent négatif que positif, et que le plan du trou occipital peut remonter bien plus haut que les points orbitaires, il aurait certainement choisi un point de repère plus élevé, pour déterminer le plan qui devait lui servir de limite.

Je ne fais donc que répondre à l'intention de Daubenton en proposant de tenir compte des faits qu'il ne connaissait pas encore, et de placer sur la racine du nez le zéro de l'angle occipital. Le côté fixe de cet angle n'est plus alors la ligne marquée DO (ou XX′) sur la figure 30, mais bien la ligne NO (ou N*g*), et l'angle occipital n'est plus DOI, mais bien NOI. On peut donner à ce nouvel angle le nom de *second angle occipital*.

Abstraction faite de quelques cas excessivement rares, où la déformation plastique de Barnard Davis est poussée à l'extrême, le plan du trou occipital ne s'élève jamais au-dessus de la racine

du nez N. Il est même douteux qu'il puisse, sans déformation, atteindre cette limite, mais il peut s'en rapprocher beaucoup, de sorte que le second angle occipital peut être presque nul sans jamais toutefois, sur les crânes normaux, devenir tout à fait nul. Il suffit en effet de jeter un coup d'œil sur la figure 30, pour reconnaître que le point basilaire, B, ne pourrait atteindre et dépasser le niveau de la ligne NO sans s'enfoncer profondément dans le crâne, ce qui serait l'indice d'une déformation évidemment pathologique.

Le second angle occipital a donc l'avantage d'être toujours positif, et d'éviter la complication d'une double notation, l'une positive, l'autre négative. Quant aux crânes très-exceptionnels qui donnent à cet angle une valeur négative, l'altération profonde dont leur région basilaire est le siége les rend évidemment impropres à l'étude dont il s'agit; ils n'introduisent donc pas dans les relevés une double notation, et c'est même une circonstance avantageuse de pouvoir les éliminer immédiatement de leurs séries, d'après ce seul fait que leur second angle est nul ou négatif.

Le sommet du second angle occipital se confondant sur l'opisthion, O, avec celui de l'angle de Daubenton, rien n'est facile comme de mesurer successivement ces deux angles sans déplacer le cadran. L'instrument étant placé d'abord comme on le voit sur la figure 30, on commence par lire la valeur de l'angle de Daubenton, qui est ici de 10 degrés; alors, la main droite fixant le cadran, le pouce de la main gauche déjà passé dans l'anneau qui termine la fiche *bb'* retire cette fiche; l'arc du goniomètre peut alors remonter jusqu'au-devant du point N, sur lequel on pousse la fiche *bb'* et on lit aussitôt sur le cadran la valeur du second angle occipital, qui serait d'environ 19 degrés. Lorsqu'on a mesuré l'angle de Daubenton, il suffit d'*une seconde* de plus pour mesurer le second angle occipital.

Encore une seconde de plus, et le même instrument permettra de mesurer un troisième angle, plus important peut-être que les deux premiers et qu'on peut appeler *l'angle basilaire*.

La main gauche restant à son tour immobile, c'est-à-dire la fiche *bb'* restant fixée sur le point N, la main droite pousse le cadran d'arrière en avant jusqu'à ce que la goupille *g* vienne

s'arrêter sur le basion B. Le cadran entraîne avec lui dans ce mouvement l'arc du goniomètre, et l'extrémité *a* recule sur la fiche *bb'*. Dans cette position, l'aiguille marque sur le cadran un angle égal à l'angle NBY, qui est l'angle basilaire.

Pour apprécier toute l'importance de cet angle NBY, on remarquera qu'il est le supplément de l'angle obtus NBO. Or celui-ci, intercepté entre la ligne naso-basilaire NB et l'axe du trou occipital BO, indique le degré de flexion que subit le crâne au niveau de son articulation avec la colonne vertébrale.

Le point B, en effet, est situé entre les condyles, qui s'articulent avec la colonne vertébrale. La ligne NB représente la direction des corps des vertèbres *céphaliques*, et la ligne BQ, qui représente le plan du trou occipital, est à peu près perpendiculaire à l'axe de la colonne formée par les vertèbres *rachidiennes*. Par conséquent, si l'axe des vertèbres céphaliques se continuait en ligne droite avec celui des vertèbres rachidiennes, l'angle NBO serait droit. Il en est ainsi dans certaines espèces de quadrupèdes; mais, le plus souvent, la ligne des corps vertébraux subit brusquement, au niveau du basion, une flexion plus ou moins forte, de sorte que l'axe NBO est plus ou moins obtus. La plus forte flexion s'observe chez les bipèdes; chez eux, par conséquent, l'angle NBO atteint son maximum, et peut aller jusqu'à deux angles droits.

L'angle basilaire NBY, étant le supplément du précédent, varie en sens inverse. Chez l'homme, où il peut, par une exception extrêmement rare et pathologique, descendre jusqu'à zéro, il est rarement inférieur à 10 degrés, et plus rarement encore supérieur à 30 degrés. Je connais toutefois un cas où il s'est élevé jusqu'à 34 degrés. Chez les singes où je l'ai vu descendre une fois jusqu'à 36 degrés, et monter une fois jusqu'à 65 degrés, il est presque toujours compris entre 40 et 60 degrés. Chez les vrais quadrupèdes enfin, il s'ouvre au delà de 60 degrés, et peut même atteindre l'angle droit.

Dans les races humaines, cet angle est en général supérieur de 15 à 18 degrés à l'angle de Daubenton, et de 5 à 9 degrés au second angle occipital. Les notions qu'il donne concordent ordinairement assez bien avec celles que donnent les angles occipitaux; et cela se conçoit puisque tous ces angles, en définitive, ne

sont que des déterminations différentes d'un même caractère. Tous les trois en effet dépendent du changement de direction que subit l'axe céphalo-rachidien au niveau du trou occipital. Mais l'angle basilaire a l'avantage de mesurer directement ce caractère, tandis que les deux autres angles ne le mesurent qu'indirectement.

Quoi qu'il en soit, les résultats formés par ces trois mensurations ne sont pas identiques; il y a donc intérêt à les comparer, et cela est facile puisqu'un même instrument, le goniomètre occipital, permet de les prendre toutes les trois, et aussi vite (à deux secondes près) que si l'on n'en prenait qu'une seule.

SUR

L'ANGLE DE DAUBENTON

EN ANTHROPOLOGIE

(*Association française pour l'avancement des sciences. — Congrès de Bordeaux. — Séance du 11 septembre* 1872, *p.* 742 *à* 747).

M. Broca communique les résultats de ses recherches sur l'angle de Daubenton chez l'homme et les singes supérieurs.

L'angle occipital de Daubenton est l'angle compris entre le plan et le trou occipital et le plan qui passe d'une part sur le milieu du bord postérieur de ce trou, d'une autre part sur le bord inférieur des deux orbites. Ce dernier plan constitue le *plan fixe de Daubenton.*

Pour étudier l'angle occipital, Daubenton dessinait le profil du crâne d'un animal, puis il traçait sur ce dessin deux lignes représentant plus ou moins la direction des deux plans en question, et mesurait ensuite l'angle à l'aide du rappporteur.

Ce procédé n'est nullement rigoureux, car il était subordonné d'abord à l'exactitude du dessin; en outre, le trou occipital étant toujours plus ou moins masqué, sur les vues de profil, par la saillie des parties latérales, il fallait chercher approximativement les deux lignes occipitales. On ne pouvait apprécier ainsi que des différences très-prononcées, mais non des différences légères. Daubenton fut donc conduit à croire que l'angle occipital était à peu près invariable dans la même espèce.

Malgré la perfection de son procédé, Daubenton découvrit un fait d'une haute importance, savoir: que l'angle occipital constitue un caractère de l'attitude plus ou moins bipède, plus ou moins quadrupède des divers animaux, que cet angle est au minimum chez les vrais bipèdes, au maximum chez les vrais qua-

drupèdes, et qu'il présente les degrés intermédiaires chez les animaux plus ou moins intermédiaires entre ces deux types extrêmes.

Cette proposition est exacte, sinon dans tous les détails, du moins d'une manière générale; et ce qui est à peu près exact encore, c'est que la différence entre le maximum et le minimum est d'environ un angle droit. Mais ne disposant pas d'un moyen de mensuration précis, Daubenton commit des erreurs partielles, d'une certaine gravité.

Il annonça que l'angle occipital de l'homme est égal à 3°, c'est-à-dire à peu près nul; qu'il est de 37° chez les singes supérieurs (chimpanzés), qu'il atteint 47° chez les singes inférieurs (makis), 80° chez les chiens, 90° chez le cheval et chez un grand nombre d'autres quadrupèdes vivipares, ainsi que chez les quadrupèdes ovipares (reptiles); qu'il présente, entre les singes supérieurs et les vrais quadrupèdes, des transitions graduelles depuis 37° jusqu'à 90°, mais que ces transitions font entièrement défaut entre l'homme et le chimpanzé; qu'il laisse, par conséquent subsister entre l'homme et les animaux un vaste hiatus de 34°, représentant plus de la moitié de l'étendue des variations que l'on constate dans tout le reste de la série animale.

Depuis 1764, époque ou Daubenton publia son Mémoire, ces assertions ont été acceptées sans contrôle par un grand nombre d'auteurs. On a répété partout que l'angle occipital constitue par excellence un caractère humain, et que si, sous les autres rapports, les caractères anatomiques des singes viennent avoisiner plus ou moins le type de l'homme, ici du moins la différence est profonde et la distance tellement vaste qu'elle est absolument infranchissable.

Si l'on a laissé écouler plus d'un siècle sans chercher à vérifier l'exactitude de cette proposition, c'est parceque le procédé suivi par Daubenton dans ses recherches était d'une exécution très lente et très difficile.

Pour obtenir des résultats plus prompts et surtout plus précis, M. Broca a fait construire un instrument qu'il nomme le *goniomètre occipital*, et qu'il a décrit dans un Mémoire communiqué il y a deux mois à la Société d'Anthropologie de Paris. Il montre cet instrument, dont le maniement est très facile, et qui permet

de mesurer en quelques secondes, avec une exactitude géométrique, *l'angle occipital de Daubenton* et deux autres angles qu'il appelle le *second angle occipital* et *l'angle basilaire*.

M. Broca a mesuré simultanément ces trois angles sur plusieurs centaines de crânes humains de toutes races et sur un grand nombre de singes anthropoïdes ou pithéciens. Mais il se borne aujourd'hui à communiquer la partie de ses relevés qui concerne l'angle de Daubenton.

Des chiffres consignés sur son tableau découlent les propositions suivantes :

1° L'angle de Daubenton, loin d'être invariable chez l'homme présente, au contraire, suivant les individus et suivant les races, des variations très-étendues;

2° Ces variations subissent l'influence ethnique à un degré suffisant pour que l'angle de Daubenton puisse prendre place au nombre des caractères de race;

3° Le maximum que l'on constate sur les crânes humains normaux est bien supérieur au minimum que l'on constate chez les jeunes anthropoïdes, et est même un peu supérieur à celui des anthropoïdes *adultes*.

4° Toutefois, si, au lieu de considérer les individus, on considère les *moyennes* de chaque groupe, on trouve que la moyenne de l'angle de Daubenton, dans les races humaines les plus mal partagées sous ce rapport, reste encore notablement inférieure à la moyenne que donnent les singes les plus élevés;

5° Si donc l'angle de Daubenton n'a plus la valeur absolue qu'on lui a attribuée jusqu'ici, il conserve du moins toujours une sérieuse importance.

M. Broca développe successivement ces diverses propositions. Pour ce qui concerne les variations de l'angle de Daubenton chez l'homme, il fait d'abord remarquer que cet angle est tantôt positif, tantôt négatif. On croyait, jusqu'ici qu'il était toujours positif, c'est-à-dire que le plan du trou occipital coupait toujours la face *au-dessous* des bords inférieurs des orbites. En choisissant ces bords pour déterminer son plan fixe, Daubenton croyait que le plan du trou occipital ne pouvait jamais s'élever au-dessus de cette limite, et c'était même pour cela qu'il l'avait choisie. Or, non-seulement la ligne du trou occipital peut arriver

jusqu'*au niveau* des bords orbitaires, ce qui donne un angle égal à zéro, mais encore elle peut monter *au-dessus*, et l'angle est alors *négatif*.

Les cas où l'angle de Daubenton est négatif sont loin d'être exceptionnels, car ils sont souvent assez nombreux dans une série pour rendre la moyenne elle-même négative. C'est ce qui a lieu dans beaucoup de races de l'Europe.

M. Broca a vu plusieurs fois, chez des Européens, l'angle négatif atteindre — 13°, — 15° et même, une fois, — 16°. D'une autre part, chez certains nègres, il s'est élevé à + 16°, à + 17°, et même à + 19° chez un Hottentot. La différenee entre ces écarts extrêmes est de 35°. Il est vrai que les crânes sur lesquels l'angle descend au-dessous de — 12°, sont atteints de la déformation plastique de Barnard Davis ; il est permis de faire abstraction de ces cas anormaux, et l'écart se trouve ainsi réduit à 32°. Mais il y a loin de là à la fixité annoncée par Daubenton.

Considéré comme caractère de race, l'angle de Daubenton présente des variations très-remarquables. La plus faible moyenne celle des Basques espagnols, descend à — 1°52 ; la plus forte, celle des Nubiens d'Eléphantine s'élève à + 9°34.

Sur toutes les races de l'Europe étudiées jusqu'ici, qu'elles soient anciennes ou modernes, la moyenne la plus forte est celle des Corses (+ 2°05). Dans le groupe araméen du tronc caucasique, groupe qui comprend les Kabyles, les Guanches, les Arabes et les Égyptiens, les moyennes oscillent entre + 3°05 chez les Kabyles, et + 5°95 chez les Arabes.

Toutes les races des types mongolique et éthiopique s'élèvent au-dessus de la plus forte moyenne des races caucasiques. Cette règle ne souffre jusqu'ici qu'une seule et unique exception, celle des Tasmaniens, dont la moyenne, + 2°58, est supérieure à celle des races d'Europe, mais inférieure à celle des caucasiens d'Afrique ; exception bizarre et inexpliquée, et qui dépend peut-être en partie de la grande brièveté de la série tasmanienne, car cette série ne comprend que six crânes et n'est évidemment pas suffisante.

Les plus fortes moyennes sont celle des nègres d'Afrique et on ne peut se dispenser de considérer l'accroissement de l'angle de Daubenton comme un caractère d'infériorité lorsqu'on songe que

ces moyennes sont supérieures au *maxima* de plusieurs races blanches. On ne peut dire cependant que ce caractère donne une mesure exacte de la supériorité et de l'infériorité des races; car les Chinois se trouvent placés sur le tableau au-dessous des Esquimaux et des Hottentots, les Japonais et les Polynésiens au-dessous des Australiens, et les Hottentots enfin bien au-dessus des Nègres.

Au surplus, il n'est aucun caractère anthropologique qui se développe dans la série des races humaines avec une régularité parfaite, et qui puisse à lui seul servir de bas à une classification.

Dans la première partie du tableau, relative aux races humaines, la valeur positive ou négative des angles est indiquée par les signes + et —. Dans la seconde partie, qui concerne les singes, ces notations auraient été superflues, parceque l'angle de Daubenton des singes est toujours positif.

Pour les trois genres supérieurs de la famille des anthropoïdes (chimpanzé, orang et gorille), on a pu établir la distinction des sexes, qui est facile chez les animaux adultes. Cette distinction n'a été faite ni pour les gibbons, ni pour les trois genres de pithéciens qui figurent sur le tableau, parceque, chez ces animaux, les caractères sexuels du crâne sont beaucoup moins évidents et sont même souvent douteux.

L'angle de Daubenton est toujours plus petit chez les jeunes que chez les adultes de même espèces. La différence est grande surtout dans le genre chimpanzé, ou l'on voit cet angle, sur un individu très-jeune il est vrai, descendre à 5°, c'est-à-dire à 14° au-dessous du maximun humain. Sur un autre chimpanzé, dont la première dentition est complète, et dont la première molaire est déjà sortie de l'alvéole, l'angle est de 14°, est encore bien inférieur par conséquent au maximum de 19° observé chez l'homme

Les singes adultes eux-mêmes peuvent descendre au-dessous de cette limite de 19°. Il y en a cinq exemples sur le tableau, savoir: un chimpanzé femelle, un orang femelle, un gibbon lar probablement femelle; un semnopithèque probablement mâle; et enfin un cynocéphale nègre, de sexe incertain. Chez ces cinq animaux, l'angle est compris entre 15° et 18°.

D'un autre côté, il y a sur le tableau des races humaines, dans

la colonne des maxima, outre le Hottentot à 19°, deux nègres à 17° 5 et à 17°; il faut joindre un troisième nègre à 16°; en tout quatre hommes, chez lesquels l'angle de Daubenton atteint ou dépasse 16° et empiète par conséquent sur la limite inférieure des singes anthropoïdes adultes.

L'angle de Daubenton n'établit donc pas entre l'homme et les anthropoïdes une barrière infranchissable; mais si l'on compare les moyennes et si l'on élimine les jeunes singes, on verra que ce caractère conserve encore sa valeur réelle.

A ce titre déjà il serait digne de l'attention des anthropologistes mais si l'on songe, en outre, qu'il constitue un élément précieux de la description des races humaines, on reconnaîtra qu'il mérite d'occuper désormais une place importante dans les études crâniologiques.

ANGLE DE DAUBENTON. — RACES HUMAINES.

	Nombre.	Maxima.		Minima.		Moyenne.
Basques Espagnols	58	+ 7	+ 6	—15	—13	—1.52
Bas-Bretons..............	62	+ 8	+ 7	—13	— 3	—0.80
Slaves d'Autriche........	11	+ 5	+ 3	— 6	— 5	—0.64
Parisiens (XIXe siècle).....	124	+ 8	+ 8	—13	—11	—0.17
Mérovingiens.............	69	+11	+11	— 7	— 7	+0.71
Parisiens du XIIe siècle ...	79	+14	+10	— 9	— 6	+1.46
Auvergnats...............	87	+ 5	+ 5	—16	—15	+1.50
Caverne de l'Homme-Mort.	13	+12.5	+ 6	— 7	— 2	+ 1.88
Corses...................	23	+ 7	+ 6.5	—13	— 3	+2.05
Tasmaniens..............	6	+ 9	+ 4	— 1	0	+2.58
Kabyles..................	10	+11.5	+11	— 6	— 3	+3.05
Egypte ancienne.........	111	+14	+13.5	— 9	— 8	+3.98
Guanches................	19	+13	+ 9	— 4	0	+4.35
Arabes...................	17	+13	+12	— 5	— 2	+5.95
Esquimaux	13	+12	+10	+ 3	+ 3.5	+6.38
Hottentots...............	13	+19	+11	— 1	0	+6.54
Chinois..	19	+12	+12	— 1	0	+6.79
Australiens..............	8	+10	+10	+ 3.5	+ 4	+6.87
Javanais.................	29	+14	+14	0	+ 2	+7.22
Polynésiens..............	27	+13.5	+12.5	+ 1	+ 3	+7.77
Nègres occidentaux	44	+17.5	+17	+ 3	0	+8.47
Nubiens d'Éléphantine....	42	+13	+13	+ 3	+ 5	+9.34

ANTROPOIDES.

Chimpanzés.

Chiffres Individuels.

			Moyenne.
Jeunes.	1 très-jeune. .	5	9°50
	1 jeune	14	
Adultes.	2 femelles....	16 et 31	23°50
	2 mâles......	23 et 35	29°
	moyenne des 4........................		26°25

Orangs.

Jeunes.	1 très-jeune ..	17	24°
	3 jeunes......	23.23.26	
Adultes.	4 femelles....	16.25.27 et 28	24°25
	4 mâles	37.38.38 et 40	38°25
	moyenne des 8........................		31°25

Gorilles.

Jeunes.	1 très-jeune ..	16	22°
	2 jeunes......	24 et 26	
Adultes.	1 femelle.....	25	25°
	3 mâles	31.35 et 40	35°33
	moyenne des 4........................		32°50

Gibbons.

2 Jeunes......	22 et 23	22°50
9 adultes.....	18.32.32.33.33.33.33.35.35	31°55

Pithéciens. 22°50

3 Semnopithèques. .		15.20.24	19°66
3 Cercopithèques....		21.23 23	22°33
Cynocéphales.	1 jeune.......	11	11°
	6 adultes.	16.24.25.25.25,28	23°83

RECHERCHES

SUR

LA DIRECTION DU TROU OCCIPITAL

ET

SUR LES ANGLES OCCIPITAUX ET BASILAIRES

(*Revue d'anthropologie*. T. II, 1873, p. 193-234.)

La direction du trou occipital est donnée par une ligne qui unit le milieu du bord postérieur de ce trou au milieu de son bord antérieur. Obligé de mentionner continuellement ces deux points de repère, auxquels les anatomistes n'ont pas donné de dénominations spéciales, je les désignerai, pour abréger le langage, sous les noms que j'ai l'habitude d'employer dans mes cours de craniologie.

Le milieu du bord antérieur du trou occipital est depuis longtemps considéré comme le point principal de la *base* du crâne. C'est là que commence l'apophyse *basilaire* de l'occipital ; on peut donc l'appeler le *basion* (de βάσις, base).

Le milieu du bord postérieur du trou occipital est le point le plus postérieur de la vraie base du crâne, car c'est là que vient aboutir la ligne médiane postérieure du rachis. On peut donc l'appeler l'*opisthion*, ce qui veut dire : le point postérieur (τὸ ὀπίσθιον, le point postérieur).

Ces néologismes permettent d'éviter de longues périphrases (1).

1. Ils ont, en outre, l'avantage d'être applicable à tous les vertèbrés. On sait combien les expressions où figurent les adjectifs *antérieur* et *postérieur* sont gênantes en anatomie comparée. Ce qui est antérieur chez un bipède, devient inférieur chez un quadrupède. Par exemple le trou occipital de l'homme est presque horizontal, tandis que celui du cheval est vertical ; par conséquent, le point qui, chez le cheval, correspond au bord antérieur du trou occipital, n'occupe pas la partie antérieure, mais la partie inférieure de ce trou, et lorsqu'on l'appelle le *bord antérieur*, on trompe l'oreille et l'esprit. Le mot *basion*, que je propose, échappe à cette objection. Le mot *opisthion* exprime, il est vrai, l'idée d'une chose située en arrière, mais étant emprunté à une langue morte, il peut recevoir une acception anatomique qui ne jure pas violemment avec le sens vulgaire des mots, et qui, dès lors, n'expose pas à une équivoque.

L'étude de la direction du trou occipital, inaugurée il y a plus d'un siècle par Daubenton, intéresse à la fois les zoologistes et es anthropologistes. Elle a été cependant fort négligée jusqu'ici, parce que les procédés de recherches dont on disposait étaient ents, difficiles et surtout infidèles. Pour rendre cette étude plus exacte et plus facile, j'ai fait construire des instruments que j'ai présentés au mois de juillet 1872 à la Société d'anthropologie, et qui m'ont permis de recueillir en peu de temps de très-nombreuses observations. Déjà au mois de septembre dernier, j'ai pu communiquer à la section d'anthropologie de l'Association française pour l'avancement des sciences (session de Bordeaux) les premiers résultats de ces recherches, que j'ai continuées depuis lors, et que je me propose d'exposer aujourd'hui. Je ne puis le faire toutefois sans remonter aux travaux de Daubenton, et c'est par là que je commencerai.

§ 1. — *L'angle de Daubenton.*

Le premier nom que l'on doive citer dans l'histoire de la craniologie scientifique est celui de Daubenton. Son *Mémoire sur les différences de la situation du trou occipital dans l'homme et dans les animaux*, communiqué en 1764 à l'Académie des sciences, est le premier travail où l'anatomie comparée du crâne ait été établie sur les bases de l'observation rigoureuse et de l'interprétation philosophique.

Daubenton a étudié deux grands caractères, qui dominent toute la question de l'équilibre de la tête dans la station bipède ou quadrupède, savoir : la situation et la direction du trou occipital. Ces caractères, on ne peut dire qu'il les ait découverts ; ils sont tellement apparents, tellement grossiers, qu'ils n'ont pu échapper à l'attention d'aucun observateur. On a toujours su que le trou occipital de l'homme est situé vers le milieu de la base du crâne et regarde en bas ; on a toujours su que celui du cheval est situé sur la face postérieure de la tête et regarde en arrière ; et il était impossible de méconnaître que ces différences sont en rapport avec la direction de la colonne vertébrale dans la station et dans la marche. Mais il était réservé à Daubenton de démontrer que ces deux caractères sont solidaires, que la direc-

tion du trou occipital étant connue, sa situation l'est aussi; qu'on peut donc, en mesurant l'angle d'inclinaison du trou occipital, exprimer en chiffres, c'est-à-dire en degrés, l'élément le plus essentiel de l'attitude de la tête et de l'architecture du crâne.

Ce qui, pour moi, donne une valeur hors ligne à ce travail, ce n'est pas tant la découverte et la démonstration d'un fait craniologique — d'ailleurs fort important — que la création de la méthode de recherches à laquelle la craniologie a dû la plupart de ses progrès. Cette méthode, c'est *l'application de la géométrie à la craniologie.* Elle substitue au simple coup d'œil, à l'impression souvent trompeuse et toujours plus ou moins personnelle, l'emploi des lignes et des angles, qui se prêtent à des définitions précises, à des mensurations exactes et à des formules numériques. Grâce à elle, on peut, et bien mieux que par toute autre méthode, déterminer et caractériser les types; mais elle donne plus encore : elle découvre d'un type à l'autre des transitions et des gradations qui échapperaient sans elle au regard le plus attentif. Ce fut ainsi que Daubenton fut conduit à constater, chez les makis et chez les singes anthropoïdes, dans la constitution de la base du crâne, des degrés intermédiaires entre le type des bipèdes et celui des quadrupèdes.

Chez l'homme debout, la colonne vertébrale est verticale et la double surface articulaire de l'atlas, sur laquelle repose la tête, regarde directement en haut; en d'autres termes, le plan tangent à la face inférieure des condyles de l'occipital est horizontal. La tête (je ne dis pas le crâne) s'articule donc avec le rachis sous un angle droit, ou à peu près droit, comme le fléau d'une balance sur son couteau, et elle ne peut être maintenue en équilibre que de deux manières : ou bien par une égale répartition du poids en avant et en arrière du point d'appui, ou bien par l'action des muscles. Mais si la direction horizontale de la tête n'était maintenue que par l'action musculaire, si celle-ci était obligée de lutter continuellement et énergiquement contre l'action de la pesanteur, l'attitude bipède exigerait un travail incessant et fatigant et ne serait pas naturelle.

L'homme n'est bipède que parce que sa tête est à peu près en équilibre sur l'extrémité supérieure du rachis; elle tend, il est vrai, à retomber en avant, mais cette tendance est faible, et les

muscles de la nuque n'ont qu'un léger effort à faire pour la combattre. Si l'on cherche maintenant à déterminer les conditions qui favorisent cet équilibre, on voit que le basion, sur lequel aboutit la face antérieure de la colonne vertébrale, occupe à peu près le milieu de la face inférieure de la tête. Le point d'appui fourni par les masses latérales de l'atlas est situé à quelques millimètres en arrière du basion; mais, somme toute, si l'on considère l'axe antéro-postérieur de la tête comme un levier du premier genre, le bras du levier antérieur sera à peine plus long que le postérieur.

Si donc on place le crâne (sans la mâchoire inférieure) sur un plan horizontal, et que, du point le plus reculé de l'occipital; on abaisse une perpendiculaire sur ce plan, le milieu de la distance comprise entre le pied de la perpendiculaire et le bord des dents incisives correspondra à peu près au niveau du basion. Tel est le caractère essentiel de l'attitude bipède.

Chez les quadrupèdes, au contraire, la colonne vertébrale est à peu près horizontale, d'où il résulte que le plan de l'articulation de la tête sur cette colonne est à peu près vertical. Les condyles de l'occipital et le trou occipital sont donc situés sur la face postérieure du crâne, et le plan de ce trou est à peu près vertical. La tête tout entière, placée en avant de son point d'appui, tend à retomber vers le sol; elle est retenue en partie par les ligaments et les muscles de la nuque; mais elle ne peut se redresser que lorsque ces muscles déploient une grande force, et, l'animal cherche à prendre une posture plus ou moins verticale, il ne peut maintenir sa tête plus ou moins relevée que par un travail musculaire considérable. Dans cette posture, qu'on ne peut pas appeler une attitude, la base du crâne formerait un angle à peu près droit avec la colonne vertébrale, comme chez l'homme : mais le point d'appui serait placé à l'extrémité postérieure du levier et non vers son milieu, comme chez l'homme. Le caractère essentiel de l'attitude quadrupède est donc celui-ci : lorsque le crâne est placé sur un plan horizontal, le plan du trou occipital est vertical, et le basion occupe l'extrémité postérieure de l'axe horizontal de la tête.

Si l'on appelle B le point qui, sur cet axe antéro-postérieur, représente la position du basion ou bord antérieur du trou occi-

pital, A le point qui correspond aux dents incisives, et P celui qui correspond à la limite postérieure de l'os occipital, l'axe de la tête AP sera divisé chez le bipède en deux parties à peu près égales, AB et BP; au contraire, chez le quadrupède type le point B se confondra avec P, de sorte que BP sera nul, et que BA représentera toute la longueur de l'axe de la tête (1).



Fig. 32.

Mais tout animal pourvu de quatre membres complets est-il nécessairement et exclusivement bipède ou quadrupède? En d'autres termes, BP est-il nécessairement ou tout à fait nul, ou égal à AB? C'est ici que la méthode géométrique porte son premier fruit. Après avoir étudié la distance BP sur le chien, où elle est à peu près nulle, Daubenton passe aux primates et trouve que, déjà chez les makis, cette distance est notable, qu'elle est beaucoup plus grande encore chez le chimpanzé (2) où elle est égale à la moitié de AB ou au tiers de AP, et que le type de ces animaux est par conséquent intermédiaire entre celui des vrais quadrupèdes et celui de l'homme. Il s'explique ainsi pourquoi les makis, et surtout les singes supérieurs, peuvent se prêter à la fois à l'attitude quadrupède et à l'attitude bipède.

Mais Daubenton ne tarda pas à remarquer que ces observations sur la position du point B n'étaient pas susceptibles de précision, parce que la forme plus ou moins convexe de l'occiput pouvait donner lieu à des apparences trompeuses. Il aurait pu ajouter que la longueur plus ou moins grande du museau, caractère très-important mais secondaire, peut faire subir à AB des variations très-grandes, quoique BP ne change pas et quoique les conditions de l'équilibre du crâne ne soient que peu modifiées; car la partie qui s'allonge en museau est peu pesante, et ne fait pas croître la pesanteur effective de la partie antérieure de la tête en proportion de la longueur du levier. La mensuration des

1. Ces lettres ne sont pas celles des figures de Daubenton. J'ai sacrifié à l'usage actuel qui consiste à nommer A le point alvéolaire et B le bord antérieur du trou occipital, point central de la base du crâne chez l'homme. La lettre P désigne l'extrémité postérieure de la tête.

2 Du temps de Daubenton, le *chimpanzé* s'appelait *l'orang d'Angola*.

distances BP et BA ne fait donc pas connaître avec une exactitude suffisante les conditions de l'équilibre de la tête ; et Daubenton a parfaitement compris qu'il était plus correct de substituer à cette mesure linéaire une mesure angulaire propre à déterminer la direction du trou occipital.

C'est qu'en effet la direction du trou occipital change en même temps que sa position. Chez l'homme, où le point B occupe à peu près le centre de la base du crâne, le plan du trou occipital est à peu près horizontal. Mais la base du crâne se relève en arrière pour se continuer avec la voûte. Par conséquent, si l'on

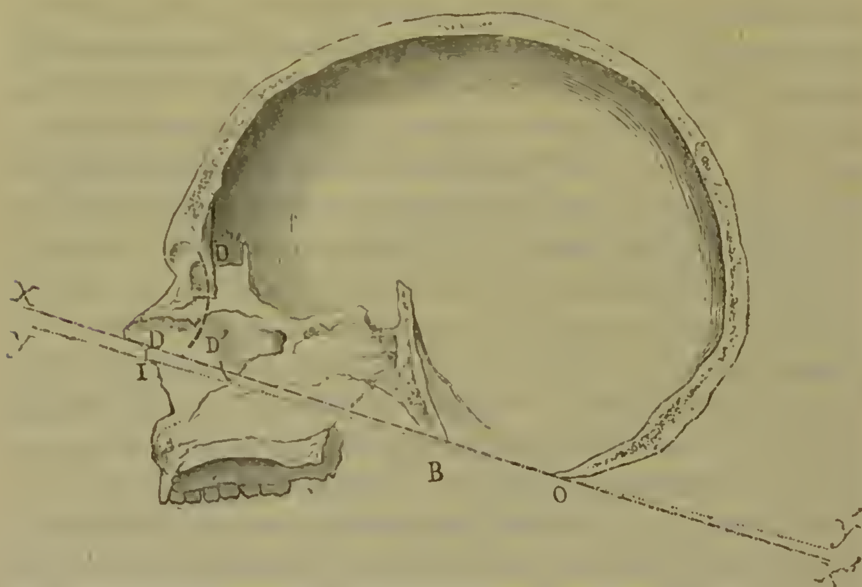


Fig. 33. — Coupe médiane du crâne d'un Européen, montrant les deux lignes de Daubenton. — XX', la ligne fixe de Daubenton passant par l'opisthion, O. et par le point D, qui représente le niveau du bord inférieur de l'orbite. — YY', la ligne ou le plan du trou occipital, passant par l'opisthion, O, et par le basion B. (Le graveur a placé par erreur le point B sur la ligne XX'. Ce point doit être abaissé d'un demi-millimètre et placé sur la ligne YY'.) — XOY, ou X'OY', l'angle de Daubenton. Il est, sur ce crâne, égal à environ 3 degrés.

suppose que, sur un crâne humain, le trou occipital vienne à reculer, il ne pourra le faire sans se relever aussi, de telle sorte que son bord postérieur sera situé plus haut que son bord antérieur ; et lorsqu'enfin ce trou sera placé sur la face postérieure du crâne, il regardera directement en arrière et présentera une direction perpendiculaire à celle de l'axe horizontal de la tête.

Par suite de ce dernier changement, notre crâne de bipède sera devenu un crâne de quadrupède.

Connaître la direction du trou occipital, c'est donc connaître en même temps sa position et il suffit de constater cette direction par une mesure angulaire pour formuler en un seul chiffre les deux conditions essentielles de l'équilibre de la tête.

La direction du plan du trou occipital est donnée par celle d'une ligne qui passe par le basion et par l'opisthion. C'est la ligne finement ponctuée BO ou YY′ sur la figure 33, qui représente la coupe médiane du crâne d'un Européen. Pour constater le degré d'inclinaison d'une ligne variable, il faut mesurer l'angle qu'elle fait avec une ligne fixe. Mais quelle sera cette ligne fixe? Ce ne peut être une ligne parallèle à l'horizon, puisque la direction de l'ensemble de la tête par rapport à l'horizon est elle-même très-variable suivant les espèces. C'est donc sur la tête elle-même que l'on doit déterminer la ligne (ou le plan) qui servira à apprécier le degré d'inclinaison de la ligne BO ou YY′.

Daubenton saisit parfaitement cette indication ; mais les points de repère qu'il choisit pour déterminer son plan fixe n'étaient peut-être pas les meilleurs. L'un de ces points fut le milieu du bord postérieur du trou occipital, que nous appelons *l'opisthion*, O. Les deux autres furent, de chaque côté, le bord inférieur des ouvertures orbitaires. Sur les dessins de profil, ce plan est indiqué par une ligne qui part du point O, et qui est tangente au bord inférieur de l'orbite; mais sur ces dessins le point O est ordinairement masqué par la bosse cérébelleuse et on est obligé de le marquer artificiellement. Il m'a donc paru préférable, pour la démonstration, de substituer au dessin de profil, donné par Daubenton, celui d'une coupe médiane du crâne, en marquant sur la ligne du visage le point D, qui représente le niveau du bord inférieur de l'orbite. (La ligne ponctuée D′D″ indique la position du contour externe de l'orbite. Le point D occupe, sur la ligne médiane, le niveau d'une ligne horizontale tirée par le point D″.)

La ligne à gros points OD ou XX′ représente le *plan de Daubenton*. Les deux lignes ODX, ou ligne fixe, et OBY, ou ligne du trou occipital, partent tous deux du point O, et interceptent un angle ouvert en avant, YOX, qui est l'*angle de Daubenton*.

Mesurant cet angle dans les diverses espèces d'animaux, Daubenton trouva que, chez l'homme, la ligne OD se confondait presque avec la ligne OB, et que l'angle YOX n'était que de 3 degrés. Chez le chimpanzé, cet angle sautait tout à coup à 37 degrés ; chez les makis, il arrivait à 47 degrés, à 80 degrés chez le chien (1) et enfin à 90 degrés chez le cheval et chez les quadrupèdes ovipares.

Daubenton conclut de ces recherches : 1° que l'angle occipital présente chez l'homme et les quadrupèdes des différences qui peuvent aller jusqu'à 90 degrés ; 2° que le tiers environ de cet écart s'observe entre l'homme et les animaux qui en diffèrent le moins ; 3° que les deux autres tiers de la différence sont répartis entre diverses espèces de quadrupèdes. Ainsi résumée, l'étude de l'angle occipital semblait établir un vaste hiatus entre le type de l'homme et celui de ses plus proches voisins zoologiques. Mais Daubenton avait borné ses observations à l'homme d'Europe ; s'il avait étudié des crânes de nègres, il aurait vu diminuer notablement cet hiatus, et il l'aurait même vu disparaître si, au lieu de se borner à examiner un *seul* crâne de chimpanzé, il avait pu disposer d'une série de crânes d'anthropoïdes.

L'angle occipital de Daubenton n'a pas obtenu jusqu'ici l'attention qu'il mérite. Les auteurs qui ont écrit sur l'ostéologie comparée en ont plus d'une fois constaté l'importance (2), mais la plupart des anthropologistes l'ont passé sous silence, et ceux qui l'ont mentionné l'ont fait figurer seulement au nombre des caractères qui distinguent l'homme des singes, sans y chercher un caractère distinctif des types humains entre eux. Les causes de cet injuste dédain sont multiples, et il faut reconnaître tout d'abord que Daubenton lui-même n'avait pas soupçonné la valeur anthropologique de son angle occipital. Il supposait que cet angle devait être le même dans toutes les races humaines, c'est-

1. Daubenton n'a pas donné, dans son texte, la mesure de l'angle occipital du chien ; il s'est borné à dire qu'il était très-ouvert, quoique moins que celui du cheval. Mais en mesurant cet angle au rapporteur sur la tête de chien qu'il a représentée, on trouve 80 degrés.

2. Ce n'est pas sans étonnement qu'on lit ce qui suit dans le grand ouvrage de Gall sur *les fonctions du cerveau* (t. II, p. 310. Paris, in-8°) : « M. Blumenbach a observé que chez toutes les espèces d'animaux, sans en excepter aucune, l'intersection des deux lignes de Daubenton forme un angle de 80 à 90 degrés. » Gall en conclut que l'angle de Daubenton est insignifiant. Je n'ai pu retrouver ce passage dans les écrits de Blumenbach.

à-dire de 3 degrés environ. Cette opinion qu'il n'a pas expressément formulée, mais qui ressort évidemment de la lecture de son mémoire, a été adoptée après lui par tous ceux qui ont parlé de son angle. Les deux caractères qu'il a étudiés, savoir la direction du trou occipital et sa position, c'est le second seulement qui a été jugé digne de l'attention des craniologistes. Sœmmering, qui constata le premier, en 1785 (1), que le trou occipital est situé plus en arrière chez les nègres que chez les Européens, cita les recherches de Daubenton sur la position de ce trou, mais il ne fit aucune allusion à l'angle occipital (2). Avait-il méconnu la solidarité de ces deux caractères? C'est peu probable, et je suppose plutôt qu'il avait reculé devant la difficulté de la mensuration de l'angle occipital. Daubenton n'avait pas dit comment il mesurait cet angle. Il ne pouvait le mesurer sur des coupes médianes, où le niveau du bord inférieur de l'orbite ne s'aperçoit pas, ni sur les coupes latérales, où le plan du trou occipital ne peut être reconnu. S'il se fût servi d'un goniomètre, il n'eût pas manqué de le dire et de décrire cet instrument. Il ne pouvait donc mesurer son angle occipital que sur des dessins de profil, et même sur des dessins un peu penchés, puisqu'il fallait légèrement incliner le crâne pour montrer la direction du trou occipital. Dans ces conditions, la mensuration de l'angle occipital était réellement très-difficile et, de plus, tant soit peu incertaine ; elle suffisait sans doute pour constater des différences très-grandes, mais elle ne pouvait déterminer des différences légères, et c'est sans doute pour ce motif que Daubenton et ses successeurs ont méconnu l'importance anthropologique de l'angle occipital.

Cet angle eut d'ailleurs la mauvaise fortune d'être bientôt supplanté dans l'attention publique par le célèbre *angle facial* de Camper. Je ne puis me défendre de l'idée que le travail de Daubenton, publié en 1764 dans un recueil que toute l'Europe lisait avec avidité, a beaucoup contribué à faire naître dans l'es-

1. Sœmmering. *Uber die korpelische Verschiedenheit des Negers von Europaer*. Francfort, 1785. — Je n'ai pu me procurer le texte allemand de cette célèbre dissertation. Je la cite d'après la traduction anglaise qui forme l'*appendix* de l'ouvrage de White : *an Account of the Regular Gradation in Man and in different Animals and Vegetables*. London, 1799, in-4°.
2. Voir l'*appendix* de White, p. CLXI, § 38.

prit de Camper la pensée d'appliquer la géométrie à l'étude du crâne (1) Comme Daubenton, l'illustre anatomiste hollandais réduisit à la mesure d'un angle la détermination de l'un des caractères les plus importants de la conformation de la tête ; comme lui, il chercha sur le crâne un plan fixe et à peu près horizontal auquel on pût rapporter l'inclinaison d'une ligne variable; comme lui, il étudia cette inclinaison à la fois chez l'homme, chez les singes supérieurs et chez les singes inférieurs; et jusqu'ici la parenté des recherches de ces deux auteurs ne peut être méconnue. Mais Camper fit un pas de plus que son devancier, et un pas définitif pour l'anthropologie ; il joignit au parallèle de l'homme et des singes celui des trois types humains qu'il connaissait (Européens, Kalmoucks et nègres), et put constituer, d'après la décroissance de l'angle facial, une série humaine dont les termes inférieurs se rapprochaient sensiblement des termes supérieurs de la série des singes. Par là, l'angle facial acquit immédiatement une importance considérable. Cet angle était d'ailleurs facile à mesurer sur les dessins de profil, et on pouvait l'étudier sur la tête de l'homme vivant aussi bien que sur le crâne. Il fit donc rapidement son chemin dans la science, pendant que l'angle de Daubenton était négligé et presque oublié.

Il faut bien reconnaître cependant que le caractère étudié par Daubenton a une valeur anatomique bien supérieure à celle de la ligne faciale et de l'angle de Camper. La direction du trou occipital est l'élément fondamental de l'attitude du crâne ; elle ne peut présenter la plus légère variation sans que tout l'équilibre de la tête s'en ressente ; tandis que la direction de la ligne faciale n'indique que la conformation de la partie antérieure de la tête, et peut être modifiée par des conditions anatomiques d'un ordre secondaire.

Le caractère que mesure l'angle de Daubenton mérite donc d'être soumis à de nouvelles études. Mais il est clair qu'il ne peut trouver place dans la craniologie qu'à la faveur d'un procédé de mensuration plus rigoureux et plus commode que celui de Dau-

1. La dissertation de Camper sur *les variétés naturelles de la physionomie* ne parut qu'après sa mort, en 1791, mais elle était écrite depuis plusieurs années. et l'auteur annonçait que ses premières recherches dataient dè 1768. Le volume de l'Académie des sciences pour 1764 ne parut qu'en 1765.

benton. J'ai fait construire à cet effet un goniomètre spécial que je vais d'abord décrire. Il y aura lieu de chercher ensuite si le plan fixe sur lequel Daubenton plaçait le zéro de son angle occipital est bien celui qui convient le mieux.

§ 2. — *Du goniomètre occipital. — Le goniomètre à arc et le goniomètre rectangulaire.*

Le goniomètre occipital se compose d'un arc et d'un cadran situés dans un même plan, qui doit coïncider avec le plan médian de la tête.

L'arc est assez long et assez courbe pour pouvoir embrasser dans sa concavité la base du crâne et la totalité de la face. A son extrémité antérieure *a*, il supporte une douille cylindrique dans

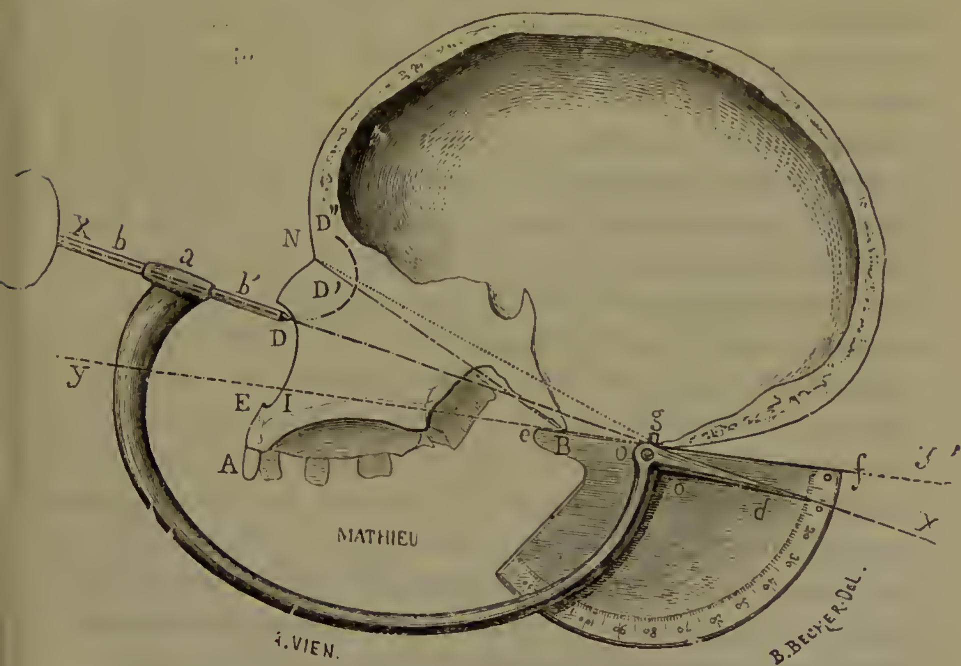


Fig. 34. — Le goniomètre à arc; appliqué sur un crâne de nègre. — DOI l'angle de Daubenton. Il est ici de 11 degrés.

laquelle se meut la fiche pointue *bb'*. Son extrémité occipitale O supporte une aiguille fixe O*d*, dont l'axe se trouve sur le prolongement de l'axe de l'aiguille *bb'*. Ces deux axes, qui se confondent en un seul, déterminent la ligne XX', qu'on peut appeler *l'axe du goniomètre*. Pour que l'instrument soit en position, il

faut que l'axe XX′ coïncide avec la ligne fixe de l'angle occipital et que le point O soit placé sur le sommet de cet angle, c'est-à-dire sur l'opisthion.

Le cadran s'attache en O par son centre, au moyen d'une goupille à pivot qui lui permet de tourner en restant toujours appliqué sur l'arc et sur son aiguille O*d*. Par conséquent, lorsque le cadran est placé dans le plan médian du crâne, l'aiguille, l'arc, le système entier se trouve dans ce plan médian.

Le cadran forme un peu plus d'un quart de cercle : il est gradué de 0 à 100 degrés nonagésimaux. Au niveau du point O, il supporte un prolongement O*e* dont la longueur doit excéder celle du plus long trou occipital. Ce prolongement O*e*, long de 45 millimètres (1), fait suite à celui des bords du cadran auquel correspond le zéro de la graduation. En d'autres termes, le zéro *f* et les points O et *e* sont sur une ligne droite qui constitue la base du cadran. Enfin une petite pointe *g*, fixée sur cette base au niveau du point O, pénètre dans le trou occipital et permet de fixer le centre du cadran sur le bord postérieur de ce trou.

Pour mettre l'instrument en position, on doit, comme je l'ai déjà dit, faire coïncider son axe XX′ avec la ligne fixe de l'angle occipital. Cette ligne, d'après la détermination de Daubenton, passe en arrière sur l'opisthion, point naturellement marqué sur le crâne, et en avant elle coupe le profil de la tête en un point D situé sur le niveau du bord inférieur des orbites. Mais ce point n'est pas marqué sur le crâne. On l'obtient aisément en faisant passer sur la région nasale une ficelle transversale tangente au bord inférieur des deux orbites. Un aide fixe cette ficelle pendant l'opération. Pour simplifier la manœuvre, on peut marquer au crayon le point où la ficelle transversale coupe le bord de la narine. Cette marque permet de reconnaître très-suffisamment le niveau de l'extrémité antérieure de la ligne de Daubenton.

Cela posé, on applique le goniomètre de la manière suivante : On renverse le crâne sur sa voûte. On saisit de la main gauche l'extrémité antérieure de l'arc du goniomètre, en plaçant le pouce dans un anneau qui termine la fiche *bb*′. La main droite, tenant

1 Lorsqu'on transporte le centre du goniomètre en B pour mesurer l'angle basilaire, le prolongement O*e* pourrait, sur certains crânes, rencontrer le sommet de la voûte palatine. Une petite coulisse, qui n'est pas représentée sur le dessin, permet alors de diminuer de 15 millimètres la longueur O*e*.

l'autre extrémité de l'arc, fixe le centre O sur l'opisthion, fixation rendue facile par la résistance de la petite pointe *g*, qui s'appuie sur ce point. Le pouce de la main gauche fait alors avancer la fiche *bb'* jusque sur le point D; l'arc se trouve ainsi en position, puisque son axe XX' coïncide avec la ligne fixe de Daubenton.

Pour obtenir le second côté de l'angle, il ne s'agit plus que de placer la base du cadran sur l'axe antéro-postérieur du trou occipital. L'un des points de cette base, le point O, coïncide déjà avec l'opisthion; en outre, le point du cadran coïncide déjà avec le plan médian du crâne. On se souvient enfin que le cadran peut tourner autour de son centre O en restant toujours dans le même plan; par conséquent, si l'on fait tourner le cadran jusqu'à ce que son prolongement antérieur O*e* vienne appuyer sur le basion B, le côté *ef*, qui forme la base du cadran, donnera la direction du plan du trou occipital.

Dans cette position, l'angle occipital de Daubenton n'est autre que XOY, mais on mesure à sa place l'angle X'OY' qui lui est opposé par le sommet. Or, d'une part, le zéro du cadran est situé en *f*, sur la ligne OY', et d'une autre part l'aiguille O*d*, qui est fixée sur l'axe du goniomètre, vient affleurer en *d* la graduation du cadran. Il suffit donc de lire sur le cadran le degré sur lequel s'applique l'aiguille O*d* pour avoir la mesure de l'angle occipital.

On peut ainsi lire la mesure de l'angle de Daubenton toutes les fois qu'elle est nulle ou qu'elle est positive, c'est-à-dire plus grande que zéro. Mais, chose que Daubenton n'avait pas soupçonnée, l'angle est très-souvent négatif; en d'autres termes la ligne OY passe au-dessus de la ligne OX, d'où il résulte que l'aiguille OC dépasse le zéro et sort du cadran. Il serait facile de prolonger la circonférence extérieure du cadran et d'y placer une graduation négative, mais ce prolongement serait toujours très-gênant, et en outre, sur certains crânes dont l'angle occipital est positif et très-grand, et dont les bosses cérébelleuses sont très-saillantes, il viendrait toucher l'occipital et arrêterait le mouvement du cadran. On évite cet inconvénient en donnant à l'arc du goniomètre une courbure telle que, lorsque l'aiguille est sur le zéro, le bord convexe de l'arc correspond sur le cadran à la marque de 100 degrés. Lorsque l'angle est négatif, l'arc

marque sur le cadran un chiffre inférieur à 100 degrés. S'il marque par exemple 91 degrés, on en conclut que l'angle de Daubenton est égal à 91 — 100 degrés, c'est-à-dire à — 9 degrés.

Tel est le *goniomètre à arc*, à l'usage des anthropologistes. Les dimensions et la forme de cet instrument ont été combinées de manière à en rendre le maniement aussi facile et aussi rapide que possible sur le crâne humain. Mais l'arc est trop court et d'une courbure trop faible pour contourner la mâchoire des grands animaux, y compris la plupart des anthropoïdes. Les recherches d'anatomie comparée exigent donc l'emploi d'un autre instrument que j'appelle le *goniomètre rectangulaire*. L'arc y est rem-



Fig. 35. — Le goniomètre occipital rectangulaire.

placé par les deux branches d'acier, dont l'une, correspondant au cadran, est coudée à angle droit, et dont l'autre, supportant la tige mobile *bb'*, se meut sur la précédente comme la branche mobile du compas de cordonnier. Les dimensions de ces deux branches sont assez grandes pour que la plus forte tête de bœuf ou de cheval puisse se plaçer entre elles (1). On peut en outre, en rapprochant les deux branches et en les fixant par une vis de pression, à un écartement convenable, appliquer le goniomètre sur les crânes de petites dimensions. Le maniement du

1. Il n'est pas nécessaire que le goniomètre contourne la base du crâne et le museau de l'animal pour atteindre le point orbitaire ou la suture fronto-nasale. Lorsque le museau est très-grand, on retourne l'instrument de manière à contourner l'occipital et la voûte du crâne. Il suffit pour cela de placer sur le cadran une graduation inverse ; on peut ainsi mesurer les angles occipitaux sur de très-grands animaux avec un goniomètre rectangulaire de dimension moyenne.

goniomètre rectangulaire est facile, mais beaucoup moins rapide que celui du goniomètre à arc, qui doit par conséquent recevoir la préférence dans les études anthropologiques.

L'emploi des goniomètres permet d'étudier sur de grandes séries le degré d'ouverture de l'angle de Daubenton, et de contrôler l'exactitude des conclusions que ce célèbre naturaliste n'avait pu faire reposer que sur un nombre d'observations très-limité, et sur un procédé très-défectueux.

On constate ainsi que l'angle occipital est plus petit chez l'homme que chez les singes proprement dits, chez les singes que chez les makis, chez ceux-ci que chez les carnassiers et les pachydermes. Par conséquent, au point de vue de l'anatomie comparée, les remarques de Daubenton, quoique entachées de nombreuses erreurs de détail, demeurent valables. Mais, au point de vue de l'anthropologie et de la distinction à établir entre l'homme et les singes, il ne reste rien des conclusions prématurées qu'il avait émises, et qui sont classiques depuis plus de cent ans.

En premier lieu, l'angle occipital, loin d'être à peu près fixe chez l'homme, présente, au contraire, des variations très-étendues, dont les écarts extrêmes peuvent aller jusqu'à 35 degrés !

En second lieu, le minimum assigné par Daubenton à l'angle occipital des singes est tout à fait erronné. Cet angle peut descendre chez certains anthropoïdes *adultes* jusqu'à 21 degrés au-dessous de la limite admise par Daubenton, et devenir même plus petit qu'il ne l'est chez certains hommes.

Ce n'est qu'en comparant les *moyennes* qu'on peut tirer de cet angle un caractère distinctif entre l'homme et les singes.

Ces résultats diminuent considérablement l'importance de l'angle de Daubenton, au point de vue où ce naturaliste s'était placé ; mais, au point de vue de l'anthropologie proprement dite, l'étude de cet angle révèle des faits du plus haut intérêt. L'angle occipital présente en effet, dans la série des races humaines, des différences très-remarquables, assez grandes et assez constantes pour constituer un des meilleurs caractères distinctifs de la craniologie ethnique. Ces faits seront exposés plus loin ; je ne les mentionne ici que pour faire pressentir l'utilité des goniomètres que je viens de décrire, et plus spécialement du goniomètre à

arc, qui me paraît appelé à rendre de grands services aux anthropologistes.

Cet instrument est léger, commode, et d'un prix assez modéré; mais il exige l'intervention d'un constructeur habile et bien dirigé. J'ai donc pensé qu'il serait avantageux de pouvoir, à son défaut, apprécier d'*une manière approximative* le caractère qu'il fait connaître ; et j'ai fait faire à cet effet un instrument beaucoup plus simple, que tout observateur peut construire lui-même avec une pince et un gros fil de cuivre ou de fer, et que j'appelle *le niveau occipital.*

§ 3. — *Le niveau occipital.*

Plus l'angle occipital s'accroît, et plus la ligne OY s'abaisse au-dessous de la ligne OX (fig. 34), plus par conséquent le point I, où le plan du trou occipital coupe le profil du crâne, descend au-dessous du point D, niveau du bord inférieur des orbites. Chez l'Européen, ce point I est assez élevé pour remonter jusque vers le point sous-orbitaire D, et souvent même plus haut encore. Chez le nègre, il s'abaisse vers l'épine nasale E, qu'il peut atteindre, qu'il peut même dépasser. Je l'ai vu descendre jusqu'au point alvéolaire A, et quelquefois même un peu au-dessous.

Si le profil de la face était un arc de cercle, et si le centre de ce cercle était placé sur le bord postérieur du trou occipital, il suffirait de déterminer la position du point I pour connaître l'angle de Daubenton. Il n'en est pas ainsi, et, par conséquent, l'étude de la position du point I ne peut remplacer l'étude de l'angle occipital. Toutefois, quoique le degré d'abaissement de ce point et le degré d'ouverture de l'angle ne soient pas proportionnels, ils varient ensemble et dans le même sens : le premier de ces éléments donne donc une idée approximative de l'autre.

La position du point I est déterminée *en un clin d'œil* au moyen du niveau occipital (fig. 36).

Cet instrument se compose d'une tige plane AC, qui se continue avec un arc CD assez grand pour contourner la face de bas en haut, et qui se termine en un bec aplati et presque tranchant D, placé exactement sur le prolongement de la ligne AC. La distance CD doit être de 70 millimètres, pour que l'instrument puisse s'appliquer sur tous les crânes humains.

Le crâne étant tenu de la main gauche, la face dirigée vers le haut, on saisit le manche de la main droite et on applique la tige AC sur l'axe du trou occipital, en plaçant le point C près des narines postérieures. Dans cette position, le bec D se trouve au-devant de la face et sur la ligne médiane; il est dirigé vers un point du profil qui sera le point I de la figure 34, mais qu'il ne touche pas encore. Alors, tout en maintenant la tige AC appliquée sur le trou occipital, on la fait reculer jusqu'à ce que le

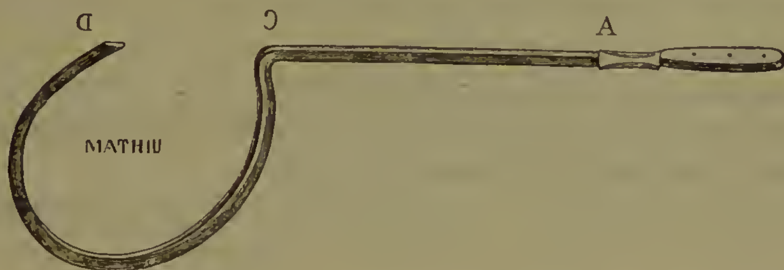


Fig. 36. — Le niveau occipital.

bec D arrive sur le profil de la face. Lorsqu'il aboutit au-dessus ou au-dessous de l'ouverture des narines antérieures, il rencontre le squelette sur la ligne médiane. Très-souvent il aboutit sur cette ouverture; alors on le dévie légèrement vers la droite ou vers la gauche pour l'amener au contact du bord correspondant du maxillaire. On détermine ainsi immédiatement le niveau du point où l'axe du trou occipital coupe le profil de la face.

Cela suffit pour avoir une idée, non pas exacte, mais assez approximative, de l'angle occipital de Daubenton.

Lorsque l'angle est très-grand, le niveau descend très-bas; il peut descendre jusque sur le bord alvéolaire, et même un peu plus bas. Il peut remonter jusqu'à la racine du nez, et même un peu au-dessus, jusque sur la glabelle; mais, dans ce dernier cas, on remarque *toujours* que la région du trou occipital est le siége de la déformation plastique de Barnard Davis.

Ces variations, comme on le voit, sont très-étendues. Pour les interpréter, il convient de marquer d'un petit trait de crayon, sur le bord de l'apophyse montante de l'un des maxillaires, le niveau du bord inférieur des orbites, comme on le fait avant d'appliquer le goniomètre. Lorsque le bec D tombe sur ce point, qu'on peut appeler O (initiale du mot *orbite*), l'angle de Dau-

benton est exactement égal à zéro. Lorsque le bec tombe au-dessus de O, l'angle est négatif; lorsqu'il tombe au-dessous de O, l'angle est positif, et d'autant plus grand qu'il tombe plus bas.

Cette première notion est déjà utile; mais on peut obtenir des indications plus précises, en profitant des marques naturelles qui existent sur le squelette de la face et en désignant chacun de ces points sous le nom d'une lettre de l'alphabet.

La marque supérieure est la racine du nez, depuis longtemps appelée N par les craniologistes.

Le milieu de l'espace compris entre N et O correspond à la gouttière de l'os unguis, située près de la ligne médiane, et peut dès lors être appelé U, initiale de *unguis*.

En bas, le milieu de l'arcade alvéolaire est depuis longtemps désigné sous le nom de A, initiale du mot *alvéole*.

Plus haut se trouve l'épine nasale, E, initiale de *épine*.

Enfin, entre l'épine nasale E et le point orbitaire O, on aperçoit sur la paroi externe des fosses nasales une crête qui donne insertion au cornet inférieur et qui se prolonge jusque sur le bord de l'ouverture de la narine, où elle est toujours très-visible. Le point intermédiaire entre E et A pourrait être appelé C, initiale de *cornet;* mais il vaut mieux l'appeler *le point intermédiaire*, I, et de la sorte les lettres indicatives se succèdent de bas en haut en reproduisant la série des voyelles A, E, I, O, U, après laquelle vient le point N. Ces indications, une fois connues, ne peuvent plus s'oublier.

Cela posé, la marque A, sur les crânes dont l'arcade alvéolaire n'a pas été résorbée par suite d'une ancienne édentation, signifie que l'angle de Daubenton est compris entre + 13 degrés et + 17 degrés;

A la lettre E correspond un angle de + 7 degrés à + 11 degrés;

A la lettre I, un angle de + 2 degrés à + 5 degrés;

A la lettre O un angle égal à 0 degré;

A la lettre U, un angle de — 5 degrés à — 7 degrés;

A la lettre N, enfin, un angle de — 11 degrés à — 13 degrés.

Lorsque le niveau tombe entre deux lettres, on peut adopter des notations plus précises. Supposons qu'il se place entre I et E;

s'il est à peu près au milieu de l'espace, on marque IE; s'il est plus près de I, on marque I^2E, ou E^2I s'il est plus près de E; mais on n'éprouve le besoin de pousser jusque-là les subdivisions que lorsqu'on se propose d'étudier avec quelque attention l'angle de Daubenton, et alors le niveau occipital ne suffit plus, et il faut recourir au goniomètre.

Le niveau occipital, en effet, ne peut donner qu'une approximation. Si le profil de la face était un arc de cercle dont le centre serait placé sur l'opisthion, sommet de l'angle de Daubenton, les parties de cet arc, mesurées sur la face, correspondraient à des angles déterminés. Mais il n'en est point ainsi ; le profil facial est toujours oblique, quelquefois très-oblique ; le point A est toujours beaucoup plus éloigné de l'opisthion que le point N, et les divisions de la ligne AN, divisions inégales d'ailleurs, et variables suivant les sujets, ne sauraient correspondre à des divisions du cercle.

Les notions fournies par le niveau occipital sont néanmoins très-instructives. Chez les anthropoïdes adultes, ce niveau passe bien au-dessous du point A, et même du bord inférieur des dents incisives ; mais, chez les jeunes, il peut remonter plus haut ; sur mon jeune orang, il aboutit au point A, et sur l'un de mes jeunes chimpanzés, il passe au milieu de l'espace AE.

Chez l'homme, je l'ai vu quatre fois descendre jusqu'à 2 ou 3 millimètres au-dessous du point A ; ces exceptions ne s'observent que dans les races du type éthiopique ; mais on trouve assez souvent chez les nègres la marque A, ou EA.

Le niveau occipital des nègres remonte très-rarement au-dessus du point I. Il oscille presque toujours entre A et I, et correspond en moyenne au point E.

Chez les blancs, il descend rarement au-dessous de I, et n'atteint presque jamais le point E ; il est tout aussi rare qu'il remonte au-dessus de U. On peut dire, par conséquent que, dans les races blanches, il oscille entre I et U : en moyenne, il tombe à peu près sur le point O.

Cet instrument permet donc de distinguer immédiatement et presque à coup sûr un crâne de blanc d'un crâne de nègre. Il fournit d'ailleurs toujours une donnée très-utile pour la description des crânes qu'on ne croit pas devoir soumettre à une

mensuration rigoureuse. Il ne saurait remplacer le goniomètre occipital, qui est un instrument de précision; mais la rapidité et la simplicité de son application, et la facilité avec laquelle tout observateur peut le construire lui-même, ne sont pas à dédaigner. Je pense donc qu'il mérite de prendre place au nombre des instruments usuels de la craniologie.

§ 4. — *Le second angle occipital.*

On vient de voir que le plan du trou occipital peut remonter non-seulement jusqu'à la limite que lui avait assignée Daubenton, c'est-à-dire jusqu'au niveau du bord inférieur de l'orbite, mais encore au-dessus et bien au-dessus de ce niveau. Ce cas, que Daubenton n'avait pas prévu, est très-rare dans les races noires, mais il est commun dans d'autres races; il est très-commun, surtout, dans les races blanches, où il se rencontre ordinairement sur plus de la moitié des individus.

Lorsque le niveau occipital passe au-dessous du point orbitaire O, il suffit, pour connaître l'angle de Daubenton, de l'exprimer en degrés. L'angle décroît à mesure que le niveau s'élève, et il devient égal à zéro lorsque le niveau tombe sur le point O. Mais lorsque le niveau s'élève au-dessus de O, l'angle cesse d'être nul, et mesure un nombre de degrés d'autant plus grand que le niveau monte davantage.

La notation simple adoptée par Daubenton n'est donc pas suffisante. Elle nous indique l'écart des deux lignes occipitales; mais elle ne nous dit pas dans quel sens a lieu cet écart, et il en résulterait des confusions continuelles si nous n'ajoutions pas un signe au-devant de la valeur de l'angle.

De là résulte la nécessité d'une double notation. Nous dirons que l'angle est *positif*, avec le signe +, lorsque le niveau passe *au-dessous* de la ligne fixe de Daubenton, et qu'il est *négatif*, avec le signe —, lorsque le niveau passe *au-dessus* de cette ligne.

Il convient de choisir le signe + pour les cas que Daubenton a seuls connus et qui s'étendent à toute la série des vertébrés, et de réserver le signe — pour les cas exceptionnels qui ne s'observent que chez l'homme.

Les valeurs de signes contraires se prêtent à tous les calculs et permettent tout aussi bien que les valeurs de même signe d'établir des comparaisons et de relever des moyennes. Il est clair toutefois qu'il serait préférable d'éviter cette complication. Il suffirait pour cela de faire passer le plan fixe sur un point assez élevé pour que le niveau occipital ne pût jamais l'atteindre. Tel est, par exemple, le point N, qui correspond à la racine du nez.

Le plan fixe auquel Daubenton a rapporté la direction du plan occipital présente en outre le double inconvénient d'être incommode en pratique et incorrect en théorie.

Les points de repère de ce plan fixe sont très-gênants, parce que leurs rapports sont très-difficiles à déterminer. Le niveau des points orbitaires n'est pas visible sur les coupes médianes, qui montrent très-bien le trou occipital; et le trou occipital n'est pas apparent sur les dessins de profil, qui montrent très-bien les bords orbitaires. On ne peut donc étudier correctement l'angle de Daubenton ni sur les coupes (qu'on doit d'ailleurs proscrire en craniologie), ni sur les dessins ordinaires. On peut le déterminer, à l'aide d'un rapporteur, sur les profils stéréographiques, où la tringle courbe marque aisément l'opisthion et le basion. On le mesure mieux encore, sur le crâne même, à l'aide du goniomètre occipital, mais on a vu que la position latérale des points orbitaires complique quelque peu l'opération. Un point naturellement marqué sur le profil du crâne, comme l'est le point N dont je viens de parler, serait donc beaucoup plus commode que le point orbitaire de Daubenton.

Enfin, au point de vue de l'anatomie philosophique, on remarquera qu'il n'existe aucune connexion, aucune solidarité entre le trou occipital et les cavités orbitaires. L'opisthion est sur le crâne; les cavités orbitaires appartiennent à la face; leur bord inférieur surtout est tout à fait étranger au crâne proprement dit, et la position de ce bord est variable comme la hauteur des orbites, qui n'a aucun rapport avec l'équilibre général de la tête. En outre, le trou occipital se rattache à l'élément *central* de la vertèbre crânienne postérieure, tandis que les os malaire et sus-maxilaire, qui forment le bord inférieur de l'orbite, font partie du système des apophyses *latérales* des vertèbres faciales.

Il n'y a vraiment rien de commun entre les deux points de repère de la ligne fixe de Daubenton. Cette ligne n'a aucune signification anatomique, et il n'y a aucune raison pour en faire l'objet d'une étude et encore moins pour en faire la base d'un procédé d'investigation.

Il est impossible que Daubenton n'ait pas été frappé de ces difficultés pratiques et de quelques-unes au moins de ces objections théoriques ; et si, cependant, il a cru devoir faire passer sa ligne fixe par les points orbitaires, c'est parce qu'il estimait que, chez l'homme, elle différait à peine de la ligne occipitale, et que celle-ci ne pouvait jamais passer au-dessus de celle-là. En d'autres termes, son intention était de placer le zéro de son angle à la limite supérieure des oscillations que peut présenter, dans la série animale, la direction de la ligne occipitale. S'il avait su, comme nous le savons maintenant, que cet angle est *presque aussi souvent négatif que positif*, et que le plan du trou occipital peut remonter bien plus haut que les points orbitaires, il aurait certainement choisi, pour déterminer son plan fixe, un point de repère plus élevé.

Je ne fais donc que répondre à l'intention de Daubenton en proposant de tenir compte des faits qu'il ne connaissait pas encore, et de placer sur la racine du nez le niveau de l'angle occipital.

Pour donner une base vraiment anatomique à l'étude de la direction du trou occipital, ce n'est pas sur la face, c'est sur le crâne même qu'il faut déterminer la position du plan fixe. La cavité céphalorachidienne change brusquement de direction au niveau du trou occipital. A ce niveau, la colonne vertébrale se continue avec la base du crâne sous un angle variable, mais toujours très-sensible. En avant, la base du crâne va aboutir à la suture fronto-nasale ; une ligne tirée du trou occipital au milieu de cette suture donne donc la direction de la base du crâne. D'un autre côté, la direction du trou occipital est déterminée par celle de la colonne vertébrale. Par conséquent, l'anatomie et la physiologie s'unissent pour nous conduire à cette conclusion, que la ligne fixe de l'angle occipital doit passer par la suture fronto-nasale, c'est-à-dire par le point N (fig. 34 ou 37).

En continuant de faire aboutir l'autre extrémité de cette ligne

sur l'ospisthion, comme le faisait Daubenton, on obtient un angle que l'on peut appeler le *second angle occipital*. C'est l'angle NOB ou NOY. Son sommet est toujours sur l'opisthion et son côté variable est toujours l'axe du trou occipital; mais son côté fixe n'est plus la ligne orbito-occipitale OD : c'est la ligne ON, qui va de l'opisthion à la racine du nez.

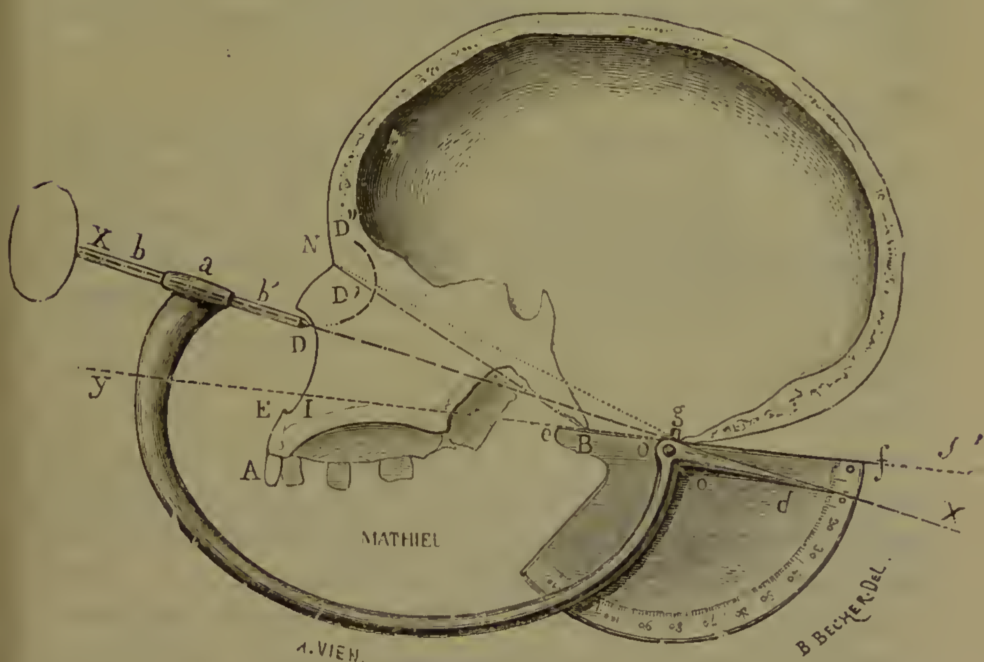


Fig. 37. — Reproduction de la figure p. 605. — DOI, l'angle de Daubenton ; — NOI, le second angle occipital ; — NBI, l'angle basilaire.

Abstraction faite de quelques cas excessivement rares, où la déformation plastique de Barnard Davis est poussée à l'extrême, le plan du trou occipital ne s'élève jamais au-dessus de la racine du nez N. Il est même douteux qu'il puisse, sans déformation, atteindre cette limite ; mais il peut sans rapprocher beaucoup, de sorte que le second angle occipital peut être presque nul sans jamais toutefois, sur les crânes normaux, devenir tout à fait nul. Il suffit, en effet, de jeter un coup d'œil sur la figure 37 pour reconnaître que le point basilaire, B, ne pourrait atteindre et dépasser le niveau de la ligne NO sans s'enfoncer profondément dans le crâne, ce qui serait l'indice d'une déformation évidemment pathologique.

Le second angle occipital a donc l'avantage d'être toujours

positif et d'éviter la complication d'une double notation, l'une positive, l'autre négative. Quant aux crânes très-exceptionnels qui donnent à cet angle une valeur négative, l'altération profonde dont leur région basilaire est le siége les rend évidemment impropres à l'étude dont il s'agit; ils n'introduiront donc pas dans les relevés une double notation, et c'est même une circonstance avantageuse de pouvoir les éliminer immédiatement de leur série, d'après ce seul fait que leur second angle occipital est nul ou négatif.

Le second angle occipital me semble plus correct que l'angle proprement dit de Daubenton. Le premier de ces deux angles est nécessairement plus grand que le second. Il le surpasse d'une quantité représentée par l'angle NOD. Si ce dernier angle était constant, les deux angles occipitaux auraient exactement la même signification; ils mesureraient le même caractère; les expressions numériques seraient changées, voilà tout, et les différences révélées par l'un ou par l'autre, entre les crânes soumis à l'étude, seraient identiques. Il n'y aurait donc pas lieu d'établir un parallèle entre eux sous le rapport de l'anatomie; et le second angle occipital n'aurait sur le premier que l'avantage d'être plus facile à mesurer et plus commode à formuler.

Mais l'angle NOD n'est pas constant. Il varie avec l'ampleur de l'ouverture orbitaire. Lorsque la hauteur des orbites est très-grande, le point D descend et l'angle NOD s'accroît. Le point D peut même descendre sans que la hauteur orbitaire soit augmentée ; il suffit pour cela que les orbites soient refoulées en bas, ce qui peut dépendre du grand développement des lobes frontaux, ou de l'aplatissement de l'écaille de l'os frontal, c'est-à-dire de deux conditions dont la signification craniologique est inverse. En tous cas, les variations de la hauteur du point D, par rapport au point N, ne sont nullement solidaires du caractère que voulait mesurer Daubenton.

L'angle de Daubenton et notre second angle occipital ne peuvent donc pas donner des résultats constamment conformes ; ils sont rarement en contradiction, parce que les variations de l'angle NOD sont peu considérables eu égard à celles que présentent la direction du trou occipital; c'est donc seulement dans les cas où cette direction sera à peu près la même sur deux

crânes, que les deux angles occipitaux pourront varier en sens inverse, et encore ne le feront-ils que dans des limites assez restreintes. Tous deux, par conséquent, peuvent être étudiés avec fruit. Mais l'angle de Daubenton est moins correct, car il dépend de deux variables : la hauteur de l'orbite et la direction du trou occipital ; tandis que le second angle occipital ne dépend que de la direction du trou occipital qui, seule, est à l'étude.

On peut invoquer, en outre en faveur du second angle occipital, un argument pratique qui me paraît tout à fait décisif : c'est que cet angle peut-être mesuré rigoureusement sur tous les animaux, tandis que, dans un très-grand nombre d'espèces, chez celles qui ont les orbites très-divergentes ou le museau très-allongé, la mensuration de l'angle de Daubenton est très-incertaine. Les goniomètres devant être placés dans le plan médian, on est obligé de tracer sur la ligne médiane, à l'aide d'une ficelle, une marque indiquant le niveau des bords inférieurs des orbites. Chez les animaux qui regardent en avant, comme les primates, on trace aisément cette marque sans erreur, parce que les bords orbitaires sont très-rapprochés de la ligne médiane, et sont en outre placés très-près du plan intérieur de la face. Mais lorsque les yeux sont très-divergents, la ficelle qui sert à placer la marque ne peut passer d'une orbite à l'autre qu'en décrivant sur le chanfrein une longue courbe dont le point médian n'est nullement déterminé. L'incertitude est plus grande encore lorsque le museau est très-allongé, parce qu'alors la ficelle, coupant très-obliquement le chanfrein, tend à glisser vers la racine du nez. Qu'on essaye de marquer le niveau du point orbitaire de Daubenton sur la tête d'un chien lévrier, et on aura une idée de la difficulté que je signale.

Ainsi, il y a un très-grand nombre d'animaux chez lesquels la mensuration de l'angle de Daubenton ne peut être faite correctement à l'aide des goniomètres. Il faudrait donc, chez eux, mesurer cet angle par le procédé graphique de Daubenton, procédé dont j'ai déjà montré l'inexactitude et la difficulté. Par conséquent, si l'on veut adopter, pour déterminer la direction du trou occipital, un procédé qui soit à la fois rigoureux, facile et applicable à tous les animaux, on doit préférer le second angle

occipital à l'angle de Daubenton. Le point de vue de l'anatomie comparée ne doit pas préoccuper exclusivement les anthropologistes; mais il est clair que, toutes choses égales d'ailleurs, il y a avantage à adopter, en craniologie humaine, les procédés qui permettent d'établir une comparaison entre l'homme et les autres espèces.

Au point de vue anthropologique, le second angle occipital présente un dernier avantage qui n'est point à dédaigner. C'est qu'on peut le mesurer sur tout crâne dont le basion et l'opisthion sont intacts, tandis que le procédé de Daubenton est inapplicable lorsque les bords orbitaires font défaut. Or on sait combien sont communs, dans les collections craniologiques, les crânes privés de face; ceux qui proviennent des anciennes sépultures sont très-souvent dans ce cas; on les conserve précieusement, à défaut d'autres, et on est heureux de pouvoir étudier au moins, sur ces crânes mutilés, quelques-uns des caractères de leur race. Si donc, comme j'espère le montrer tout à l'heure, la direction du trou occipital constitue un caractère important, on doit s'attacher à choisir un procédé de mensuration qui permette de ne pas exclure de cette étude des crânes d'autant plus précieux qu'ils sont quelquefois les seuls représentants d'une race.

Au point de vue purement anthropologique, si l'on ne cherchait qu'à frapper les yeux par l'apparence des chiffres, on donnerait volontiers la préférence à l'angle de Daubenton. Par exemple, mettons en présence un crâne d'Européen et un crâne de nègre, et supposons que l'angle de Daubenton soit de + 1 degré sur le premier et de + 12 sur le second. La différence sera comme 12 : 1 et paraîtra très-considérable. Le second angle occipital est en général supérieur de 11 à 12 degrés à l'angle de Daubenton; cet angle serait donc à peu près de 12 à 13 degrés chez l'Européen, et de 23 à 24 degrés chez le nègre; le rapport par conséquent ne serait plus que : : 2 : 1, et la différence paraîtrait six fois moindre que dans le premier cas.

Mais ces apparences seraient bonnes tout au plus pour tromper des enfants. Il suffit d'un instant de réflexion pour reconnaître que les angles occipitaux doivent être comparés par voie de soustraction et non par voie de division. Dans l'exemple qui précède, l'écart entre le blanc et le nègre serait de 11 degrés

pour l'angle de Daubenton aussi bien que pour le second angle occipital, et ces deux angles auraient par conséquent la même signification.

Ce qu'on peut dire toutefois en faveur de l'angle de Daubenton, c'est qu'il est exprimé par des chiffres plus petits et plus commodes pour la mémoire; mais c'est une question de savoir si ce léger avantage n'est pas compensé par l'inconvénient de la double notation qui nous force à retenir non-seulement le chiffre, mais encore le signe.

Au surplus, on n'est pas obligé de choisir entre les deux angles occipitaux. Les résultats qu'ils donnent, quoique très-semblables, ne sont pas identiques, et il peut être utile de les comparer.

Le sommet du second angle occipital se confondent sur l'opisthion O avec celui de l'angle de Daubenton, on mesure successivement ces deux angles sans déplacer le cadran. L'instrument étant placé comme on le voit sur la figure 37, on commence par lire la valeur de l'angle de Daubenton, qui est de 11 degrés. (Le crâne représenté sur la figure est un crâne de nègre). Alors, la main droite fixant le cadran, le pouce de la main gauche, déjà passé dans l'anneau qui termine la fiche *bb'*, retire légèrement cette fiche; l'arc du goniomètre peut alors remonter jusqu'au-devant du point N, sur lequel on pousse la fiche *bb'*, et on lit aussitôt sur le cadran la valeur du second angle occipital NOB, laquelle est ici d'environ 20 degrés. Lorsqu'on a mesuré l'angle de Daubenton, il suffit donc d'*une seconde* de plus pour mesurer le second angle occipital.

Encore une seconde de plus, et le même instrument donnera la mesure du troisième angle NBY, plus important peut-être que les angles occipitaux, et que j'appelle l'*angle basilaire*.

La main gauche devenant à son tour immobile, c'est-à-dire la fiche *bb'* restant fixée sur le point N, la main droite pousse le cadran d'arrière en avant jusqu'à ce que la goupille *g* vienne s'arrêter sur le basion B. Le cadran entraîne avec lui dans ce mouvement l'arc du goniomètre, et l'extrémité *a* recule sur la fiche *bb'*. Dans cette position, l'aiguille marque sur le cadran un angle égal à l'angle NBY, qui est l'angle basilaire.

§ 5. *L'angle basilaire.*

On a vu dans le paragraphe précédent qu'il y a avantage à choisir, pour mesurer l'inclinaison du trou occipital, une ligne fixe passant par la racine du nez N, au lieu de la ligne orbito-occipitale adoptée par Daubenton. J'ai proposé, d'après cela, de modifier, ou plutôt de corriger l'angle de Daubenton en mesurant le second angle occipital, dont le sommet d'ailleurs reste toujours sur l'opisthion.

Mais il est clair qu'un angle dont le sommet serait placé sur le basion, permettrait également de déterminer la direction de ce trou.

Le basion a certainement une importance anatomique bien supérieure à celle de l'opisthion. Tous deux marquent le lieu où la cavité rachidienne s'élargit subitement pour devenir le crâne, mais le basion marque de plus le point où se fait l'inflexion du crâne sur la colonne vertébrale. Il est placé entre les condyles occipitaux, qui forment la véritable articulation de la tête; c'est à son niveau que la tête prend son équilibre, et c'est avec raison qu'on considère le basion comme le point central et fondamental de tout l'édifice du crâne. Dans les diverses attitudes de la tête, considérées soit sur le même animal, soit dans des espèces différentes, c'est la partie antérieure du trou occipital qui est fixe, et la partie postérieure qui est mobile. Le basion, très-voisin du point d'appui, reste en place, tandis que l'opisthion, placé bien en arrière ou au-dessus du centre des mouvements, s'élève ou s'abaisse, s'écarte de l'arc de l'atlas ou s'en rapproche.

Ajoutons que la position de l'opisthion ne dépend pas seulement de la position et de la direction du trou occipital, mais encore *de sa longueur*, car l'angle occipital diminue d'autant plus que son sommet est reporté plus en arrière. Supposons que N soit la racine du nez, B le basion et O l'opisthion d'un crâne (fig. 38). La ligne OB représentera la direction du trou occipital, et l'angle occipital sera NOB. Si maintenant nous supposons que la longueur du trou occipital s'accroisse, sans autre changement, l'opisthion se trouvera reporté en O′, et l'angle occipital devien-

dra NO′B, angle évidemment plus petit que le premier, puisqu'on sait que NOB = NO′B + ONO′. De même, si le trou occipital devient plus court, l'angle NOB deviendra plus grand ; de sorte que les changements de longueur du trou occipital font varier

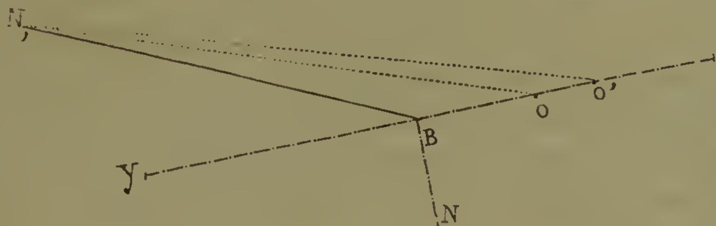


Fig. 38. — NOY, le second angle occipital ; — NBY. l'angle basilaire.

l'angle occipital comme pourraient le faire des changements de direction. Et gardons-nous de croire que cette cause d'erreur soit légère. La longueur du trou occipital peut descendre à 26 millimètres et s'élever jusqu'à 43 millimètres. J'ai trouvé ce dernier chiffre sur l'un des crânes d'Esquimaux de la galerie du Muséum, et le premier sur le crâne d'une femme qui porte le numéro 60 de la série du cimetière des Innocents dans le musée de la Société d'anthropologie. Sur cette femme, la ligne naso-basilaire a une longueur de 94 millimètres et fait, avec le plan du trou occipital, un angle NBY de 27 degrés.

Pour apprécier l'influence du degré de longueur du trou occipital, j'ai comparé ce crâne de femme avec celui d'un Arabe dont la ligne naso-basilaire a presque la même longueur et dont le trou occipital mesure 40 millimètres. Construisant sur le papier le triangle NBO de la femme (1), j'ai mesuré au rapporteur le second angle occipital O, qui s'est trouvé égal à 21 degrés. Puis, prolongeant BO de 14 millimètres jusqu'en O′, pour donner au trou occipital la longueur de 40 millimètres qu'il présente sur l'Arabe, j'ai construit le triangle NBO′ dont l'angle occipal O′ n'a plus que 19 degrés. Cette diminution de 2 degrés, produite par l'allongement du trou occipital, équivaut à celle qui serait pro–

1. Il est superflu, sans doute, d'ajouter que ce cas particulier n'est pas celui qui est représenté sur la figure 38.

duite sans ce changement de longueur par l'abaissement du point O, c'est-à-dire par la diminution de l'angle NBY; car il est clair que, la longueur de la ligne BO restant la même, l'angle NOB diminuera à mesure que le point O descendra. J'ai donc cherché expérimentalement sur mon épure quelle position il fallait donner à la ligne OB pour réduire l'angle O de 21 degrés à 19 degrés, et j'ai trouvé que ce point était situé de telle sorte que l'angle NBY n'était plus que de 24 degrés au lieu de 27 degrés. Donc, en allongeant de 14 millimètres le trou occipital de cette femme, on fait subir à l'angle occipital une diminution aussi forte que si l'on redressait de 3 degrés le plan du trou occipital sur la ligne naso-basilaire.

Certes, je suis loin de dire que la longueur du trou occipital soit sans importance en craniologie, mais ce caractère, auquel les recherches de M. Mantegazza sur l'indice céphalo-rachidien ont ajouté un nouvel intérêt, se rattache à l'étude du volume relatif de l'encéphale et de la moelle, et n'a aucun rapport avec la direction du trou occipital que nous cherchons à déterminer par une mesure angulaire. On vient de voir cependant que la longueur du trou occipital peut influer autant sur l'angle occipital que pourrait le faire un changement considérable dans la direction de ce trou.

Mais il y a plus : la direction de la ligne NO, sur laquelle on mesure l'angle occipital, et que nous avons appelée jusqu'ici la ligne fixe de cet angle, dépend d'une seconde condition non moins trompeuse. Supposez, sur la figure 38, que le point N se rapproche du point B : l'angle NOB diminuera évidemment, comme il augmenterait si la ligne NB s'allongeait. Or la longueur de la ligne naso-basilaire NB est très-variable. Elle peut s'élever à 110 et même 111 millimètres et descendre à 88 millimètres chez l'homme adulte, à 84 millimètres chez la femme adulte; de cet écart de 23 millimètres (à ne compter que les hommes) peuvent résulter des différences de direction de NO capables de faire varier l'angle O de près de 2 degrés.

Et si l'on ajoute cette cause d'erreur à la précédente, de manière à mettre en présence une très-courte ligne NB avec un très-long trou occipital NO, coïncidence qui n'est pas rare (1),

1. L'Arabe susmentionné a 40 millimètres de longueur occipitale, et 91 millimètres seulement de ligne naso-basilaire.

on verra que la ligne NO a une direction trop variable pour pouvoir servir de ligne fixe. Les deux points N et O qui la déterminent sont sujets à des changements de position qui sont entièrement indépendants de la direction du trou occipital, et qui, sans que cette direction soit changée, peuvent faire varier l'angle occipital de 5 degrés. C'est là, il est vrai, la limite extrême de l'erreur possible sur les crânes humains; mais l'erreur, fût-elle réduite de moitié, serait encore trop forte pour être acceptable. Il faut donc chercher, pour déterminer la direction du trou occipital, une ligne fixe plus correcte que la ligne NO.

Toutes les lignes partant de l'opisthion, y compris la ligne fixe de Daubenton, donneraient prise aux mêmes objections. Il est clair d'ailleurs que les angles dont le sommet est placé sur l'opisthion ne peuvent mesurer qu'indirectement le degré d'inclinaison du trou occipital sur la base du crâne. N'oublions pas que, si la direction du trou occipital varie, c'est parce que l'équilibre de la tête sur la colonne vertébrale varie. C'est là le grand fait parfaitement établi par Daubenton. Le plan du trou occipital représente celui de l'atlas, lequel est perpendiculaire à l'axe du rachis, représenté dans cette région par la série des corps des premières vertèbres cervicales. La direction du trou occipital fait donc connaître celle de l'extrémité céphalique de la colonne vertébrale et c'est ce qui en fait toute l'importance.

Maintenant, pourquoi la direction de la tête varie-t-elle? C'est parce que la base du crâne n'est pas située sur le prolongement de l'axe rachidien, parce que le squelette, au niveau de l'articulation de la tête, c'est-à-dire au niveau du basion, s'infléchit tout à coup. L'apophyse basilaire, qui constitue le corps de la vertèbre postérieure du crâne, au lieu de faire suite au corps des vertèbres cervicales, change brusquement de direction et se porte en haut et en avant sous un angle variable, toujours plus ou moins obtus, VBN (fig. 38). Mesurer cet angle d'inflexion de la base du crâne sur le rachis, voilà tout le problème. On le mesurerait aisément si la tête était fixée en position naturelle sur la colonne vertébrale; pour cela, on ferait partir du basion deux lignes, l'une BN passant sous l'apophyse basilaire, l'autre BV descendant sur le devant des corps vertébraux, et l'on obtiendrait ainsi un angle obtus, qui ferait connaître exactement l'atti-

tude de la tête. Sur le crâne isolé cette mensuration n'est pas possible; mais au lieu de mesurer l'angle obtus dans son entier, on peut mesurer la partie de cet angle qui excède un angle droit. Si l'on mène une ligne de l'opisthion au basion et qu'on la prolonge en avant, cette ligne OBY divisera notre angle obtus en deux parties, l'une VBY attenante à la colonne vertébrale, et égale à un angle droit (puisque le plan du trou occipital peut être considéré comme perpendiculaire à l'axe du rachis), l'autre attenante à la base du crâne et formant un angle plus ou moins aigu. Cet angle aigu, dont le sommet est au basion, est l'*angle basilaire* NBY; son côté inférieur est constitué par la ligne BY, prolongement de la ligne OB qui représente la direction du trou occipital; son côté supérieur NB est constitué par la ligne qui représente la direction de la base du crâne.

Si cette dernière direction était rectiligne, si les corps des vertèbres céphaliques depuis le basion jusqu'à l'apophyse crista-galli étaient en ligne droite, et si enfin la face inférieure de l'apophyse basilaire était parfaitement plane, il suffirait d'appliquer une aiguille sur cette face inférieure pour obtenir le côté supérieur de l'angle basilaire. Mais il n'en est point ainsi : l'apophyse basilaire, quelquefois rendue convexe par un tubercule médian, est souvent concave et rarement tout à fait plane; en outre, la face inférieure des corps des vertèbres céphaliques ne constitue pas une ligne droite, mais une courbe, une sorte d'arc fort peu régulier, dont l'extrémité antérieure aboutit au point N, et dont la ligne naso-basilaire NB forme la corde. C'est donc cette ligne NB qui seule représente la direction de la base du crâne, et qui doit constituer le côté supérieur, ou la ligne fixe de l'angle basilaire.

L'angle basilaire échappe aux causes d'erreur qui rendent défectueux les angles occipitaux. Les variations de longueur du trou occipital et de la base du crâne n'exercent sur lui aucune influence, puisque la valeur d'un angle est indépendante de la longueur de ses côtés. Les angles occipitaux ne mesurent pas directement l'inclinaison du trou occipital sur la base du crâne; cette inclinaison est bien la principale des causes qui les font varier, mais elle n'est pas la seule; tandis que l'angle basilaire ne dépend que de l'élément qu'on veut déterminer. C'est une

mesure directe et précise, qui me paraît bien préférable aux deux autres.

En résumé, lorsqu'on compare au point de vue purement anatomique les trois angles à l'aide desquels on peut étudier la direction du trou occipital, on trouve que l'angle basilaire est plus fidèle que le second angle occipital, et que celui-ci est plus fidèle que l'angle de Daubenton.

Cela ne veut pas dire que, dans la pratique, ce dernier angle doive donner des résultats moins significatifs que les deux autres. Il arrive au contraire quelquefois qu'au point de vue du parallèle des races, l'angle de Daubenton est celui qui rapproche le mieux les races similaires, et qui différencie le plus les races disparates. C'est parce que, dépendant de plusieurs variables — savoir : la direction du trou occipital, sa longueur, la longueur de la base du crâne, et enfin la hauteur des orbites — il peut subir, par l'association de plusieurs de ces éléments, des modifications capables de caractériser une race plus fortement que ne le ferait isolément chacun d'eux. C'est ainsi que l'angle facial alvéolaire et l'angle facial dentaire établissent souvent des différences ethniques plus grandes que celles qu'accuse l'angle facial de Camper, parce que la longueur et l'obliquité de la ligne sous-nasale, la longueur et l'obliquité des dents incisives, ajoutent leur influence à celle du prognathisme facial supérieur, étudié par Camper. Mais s'il est souvent utile de constater les effets qui résultent de la combinaison de plusieurs caractères, il l'est bien plus encore de pouvoir faire la part de chacun d'eux : je pense donc que l'étude de l'angle basilaire doit non pas exclure, mais accompagner celle des deux angles occipitaux, et je puis le dire sans crainte de compliquer la tâche des anthropologistes, puisque ces trois angles peuvent être mesurés à la fois, et en trois secondes, par le même instrument.

§ 6. — *Résultats de la mensuration des angles occipitaux et basilaires.*

Les deux angles occipitaux et l'angle basilaire donnent en général des résultats assez conformes entre eux. L'angle basilaire est toujours le plus grand des trois. Il dépasse, en moyenne,

de 5 degrés le second angle occipital, qui, à son tour, dépasse en moyenne de 12 degrés environ l'angle de Daubenton. La différence moyenne du premier au troisième est donc de 17 degrés, ou à peu près.

Si ces différences étaient constantes, il serait superflu de mesurer les trois angles; il suffirait d'en connaître un seul pour connaitre les deux autres. Mais il n'en est pas ainsi. Déjà, à ne considérer que les moyennes (voir le premier tableau), on voit que la différence entre l'angle basilaire et le second angle occipital descend à 3°,38 chez les Tasmaniens, et s'élève à 6°,47 chez les Polynésiens; que la différence entre celui-ci et l'angle de Daubenton varie de 8,56 chez les Australiens à 12,95 chez les Bas-Bretons; qu'enfin la différence entre l'angle basilaire et l'angle de Daubenton atteint 18,65 chez les Chinois et baisse jusqu'à 13,85 chez les Tasmaniens.

Ces écarts sont considérables; ils ne suffisent cependant pas pour modifier notablement les analogies et les différences ethniques révélées respectivement par chacun de nos trois angles. Les races ont été rangées en séries sur le tableau d'après la valeur croissante de l'angle de Daubenton, et on peut voir, en examinant les chiffres des deux colonnes suivantes, que l'ordination faite d'après les deux autres angles ne différerait pas beaucoup de celle-là.

On peut donc à la rigueur, dans la description d'une race, description basée sur les moyennes, ne parler que d'un seul de ces angles, et se borner par exemple à mentionner l'angle de Daubenton, exprimé par des chiffres plus petits, et par conséquent plus commodes pour la mémoire. Mais il n'en est plus de même lorsque, au lieu d'étudier une série entière, où les variations individuelles se neutralisent plus ou moins, on veut décrire un crâne isolé, ou un petit groupe de crânes dont on cherche à déterminer les caractères ethniques. Alors, en effet, les différences respectives des divers angles peuvent présenter des écarts très-étendus, de telle sorte que, connaissant un seul de ces angles, on pourrait se faire une idée très-fausse des deux autres.

Ainsi, dans la série des Parisiens du dix-neuvième siècle, j'ai vu la différence entre le deuxième angle occipital et l'angle de

Daubenton descendre deux fois à 9 degrés, deux fois à 8 degrés et une fois même à 7 degrés; tandis qu'elle s'élève quatre fois à 16 degrés et une fois à 17 degrés. Si donc on ne mesure que l'un de ces angles, l'autre ne sera connu qu'à 10 degrés près.

Dans la même série, la différence entre l'angle basilaire et le deuxième angle occipital descend neuf fois à 2 degrés, une fois même à 1°,5, et s'élève trois fois à 9°, 9°,5 et 10 degrés.

Enfin, la différence entre l'angle basilaire et l'angle de Daubenton descend une fois à 12 degrés, une autre fois à 12°,5, et atteint jusqu'à 23 degrés dans un cas, jusqu'à 24 degrés dans un autre. Ici, par conséquent, l'un de ces angles ne ferait connaître l'autre qu'à 12 degrés près.

Il est donc nécessaire de mesurer les trois angles à la fois lorsqu'on n'opère que sur un seul crâne ou sur une très-courte série. Cette nécessité est moindre, lorsqu'on opère sur de grandes séries; mais, même alors, la comparaison des trois angles offre toujours un certain intérêt, parce que leurs différences moyennes ne sont pas les mêmes dans toutes les races (voir le premier ableau).

Il s'agit maintenant d'apprécier la valeur anthropologique du caractère que font connaître nos trois angles. Les chiffres inscrits sur les tableaux parlent déjà d'eux-mêmes, et je pourrai me borner à de courtes observations.

Si je discutais successivement les trois séries de relevés qui y figurent, je m'exposerais à des répétitions continuelles; je n'en discuterai donc qu'une seule, laissant presque toujours au lecteur le soin de constater les divergences, d'ailleurs peu graves, qui existent entre les trois angles; et je choisirai pour sujet de ces remarques l'angle de Daubenton, parce qu'il a la priorité dans la science et parce qu'il a donné lieu à des opinions erronées que je devrai rectifier.

La direction du trou occipital présente quelquefois des différences sexuelles assez notables, mais dont la signification paraît plus que douteuse. J'ai fait la décomposition par sexes sur mes principales séries, et j'ai vu l'angle de Daubenton de l'homme tantôt plus grand et tantôt plus petit que celui de la femme. La plus grande différence sexuelle s'observe dans la série des Corses, où cet angle a en moyenne 3°,61 de plus chez les hommes que

chez les femmes. La plus grande différence en sens inverse s'est présentée chez les nègres, où l'angle des femmes l'emporte de 2°,16 sur celui des hommes. On trouvera de plus amples renseignements sur la liste suivante :

Différences sexuelles de l'angle de Daubenton.

	Hommes.	Femmes.	Différence. H.-F.
Corses	+ 3.41	— 0.21	+ 3.61
Basques espagnols	— 0.39	— 3.26	+ 2.87
Chinois	+ 7.28	+ 4.83	+ 2.45
Egypte ancienne	+ 5.29	+ 2.95	+ 2.34
Polynésiens	+ 8.05	+ 6 30	+ 1.73
Parisiens du douzième siècle	+ 2.07	+ 0.55	+ 1.52
Néo-Calédoniens	+ 8.74	+ 7.32	+ 1.42
Bas-Bretons	— 0.04	— 1.43	+ 1.41
Mérovingiens	+ 0.48	+ 0.16	+ 0.32
Nubiens	+ 9.95	+10.21	— 0.26
Slaves du Danube	— 0.78	0	— 0.78
Parisiens du dix-neuvième siècle	— 0.47	+ 0.50	— 0.97
Auvergnats	— 2.17	— 0.68	— 1.49
Caverne de l'Homme-Mort	— 0.75	+ 1	— 1.75
Nègres occidentaux	+ 7.98	+10.14	— 2.16

Les séries inscrites sur ce petit tableau se succèdent suivant l'ordre des différences. Dans les neuf premières, l'angle de Daubenton est plus grand chez l'homme; dans les six dernières, il est plus grand chez la femme; et ces deux groupes sont tellement disparates, qu'on est autorisé à dire que les différences sexuelles de l'angle de Daubenton n'ont aucune signification anthropologique.

L'angle de Daubenton est sujet, comme tous les autres caractères, à présenter dans la même race des variations individuelles assez étendues. On pourra les étudier sur le tableau spécial des maxima et des minima, où j'ai inscrit les deux plus fortes et les deux plus faibles mesures de chaque série (voir le deuxième tableau à la fin du mémoire). L'écart entre le premier maximum et le premier minimum s'élève à 23 degrés dans certaines séries, et descend à 10 degrés et au-dessous dans d'autres séries; il n'est même que de 6°,5 chez les Australiens. On remarquera que les séries où l'écart est faible sont en général assez courtes, et que les écarts les plus grands s'observent sur les grandes séries; le calcul des probabilités aurait permis de prévoir ce résultat. Il me paraît cependant que la question de race joue ici un certain rôle. Ainsi, quoique la série des Nubiens se compose de 22 crânes, les variations de l'angle de Daubenton n'y sont que

de 10 degrés, tandis qu'elles vont à 15 et 20 degrés sur d'autres séries plus faibles. De même, les séries des Polynésiens, des Javanais et des Chinois, quoique assez fortes, ne donnent que des écarts médiocres. Le croisement des races contribue sans doute à accroître les oscillations individuelles, car les races d'Europe, qui sont, comme on sait, fort mélangées, donnent en général, des variations considérables. Il paraît donc probable que la direction du trou occipital constitue dans les *races pures* un caractère beaucoup moins instable que ne sembleraient l'indiquer les chiffres différentiels inscrits sur le tableau.

Si maintenant nous comparons le plus grand maximum et le plus petit minimum, nous trouvons que l'angle de Daubenton a pu s'élever à + 19 degrés chez un Hottentot et descendre à — 16 chez un Auvergnat, ce qui donne, pour toutes les races humaines, un écart total de 35 degrés.

Toutefois, si l'on considère que, dans la série des Hottentots, le second maximum n'est que de + 11 degrés, on est autorisé à se demander si le premier maximum de 19 degrés ne serait pas dû à une anomalie, ou du moins à une exagération de la conformation normale des crânes de cette race. En tout cas, le maximum normal ne pourrait être abaissé au-dessous de celui de 17°,5 qu'on observe dans la série des nègres, attendu que les chiffres de 17°,5, 17 degrés et 16 degrés s'observent assez souvent chez les nègres et les Néo-Calédoniens,

D'un autre côté, tous les crânes sur lesquels l'angle de Daubenton descend au-dessous de — 12 degrés présentent des signes non douteux de la déformation plastique de Barnard Davis. On peut donc ramener à — 12 degrés le minimum normal de cet angle, et de la sorte, l'étendue des oscillations de l'angle de Daubenton à l'état normal ne serait plus que de 29 degrés à 30 degrés. Mais il y a encore bien loin de là à la fixité annoncée par Daubenton et admise jusqu'ici sans contestation.

De cette opinion erronée, on avait conclu que la direction du trou occipital n'avait aucune valeur ethnologique. C'était parfaitement logique, car il est clair que si ce caractère ne peut distinguer les individus, il ne peut, à plus forte raison, distinguer les races. Mais maintenant que nous connaissons les grandes variations qu'il peut présenter, nous sommes naturellement conduits

à chercher si l'influence ethnique n'est pas au nombre des causes qui produisent ces variations.

La réponse se dégage avec évidence de notre premier tableau. Il comprend 25 séries, rangées suivant la valeur croissante de l'angle de Daubenton. Les neuf premières séries, dont les moyennes sont comprises entre — 1,52 et + 2,05, appartiennent, sans aucune exception, aux races d'Europe. Pour montrer toute la signification de ce fait, je ferai remarquer qu'*aucune* race d'Europe ne figure dans les séries suivantes, et j'ajoute que j'ai porté sur le tableau *toutes* les séries, européennes ou autres, sur lesquelles j'ai étudié jusqu'ici les angles occipitaux.

D'un autre côté, les neuf dernières séries, dont les moyennes sont comprises entre + 6,38 et + 9,34, appartiennent toutes à des races du type éthiopique ou du type mongolique, et les trois dernières, comprises entre 7,88 et 9,34, se rattachent exclusivement au type éthiopique.

Les chiffres qui indiquent la force des séries sont en général assez élevés pour qu'on puisse considérer la plupart des moyennes comme valables. Si l'on songe que ces moyennes varient de — 1,52 à + 9,34, c'est-à-dire de 10,86, on reconnaîtra qu'elles établissent entre les races humaines des différences considérables, et si l'on compare les premières séries avec les dernières au point de vue ethnologique, on ne méconnaîtra pas l'importance de ce caractère.

A voir les deux extrémités du tableau occupées, d'une part, par les Européens, d'autre part, par les Nubiens, les nègres et les Néo-Calédoniens, on ne peut se défendre de l'idée que l'abaissement du plan du trou occipital, qui fait croître l'angle de Daubenton, constitue un caractère d'infériorité, conformément au principe que Daubenton avait déduit de la comparaison de l'homme et du singe.

A l'appui de cette opinion, on remarquera que quatre microcéphales d'Europe, formant une petite série inscrite hors rang après la dernière, ont donné une moyenne de + 11°,37, qui est la plus forte de toutes. Les recherches de M. Vogt ont établi que par l'ensemble de leurs caractères les microcéphales humains tendent à se placer entre le type de l'homme et celui des singes.

Et puisque les microcéphales de notre race ont le plan occipital plus abaissé que les nègres eux-mêmes, il y a lieu de croire que l'obliquité de ce plan est un signe d'infériorité.

Mais l'étude des séries intermédiaires du tableau prouve que cette proposition ne doit pas être admise sans réserves.

Nous voyons en effet les Tasmaniens, qui appartiennent à l'une des races les plus inférieures, prendre rang, avec leur moyenne de + 2,58, immédiatement après les Européens, avant les Kabyles, les Égyptiens, les Guanches et les Arabes, qui appartiennent au rameau araméen du tronc caucasique. La série des Tasmaniens ne comprend, il est vrai, que six crânes; et une moyenne qui repose sur un chiffre aussi faible ne peut être acceptée qu'avec beaucoup de réserves. Toutefois, l'analyse de cette courte série montre qu'elle est assez homogène pour qu'on puisse attacher quelque confiance à la moyenne. Les valeurs de l'angle de Daubenton, dans cette série, sont les suivantes : + 9, + 4, + 3,5, 0,0, et — 1. Ainsi, tous les crânes, à l'exception d'un seul, restent bien au-dessous de la moyenne des autres races noires; et ce crâne, exceptionnel dans sa série, n'atteint même pas la moyenne de la série des Nubiens. Si donc on voulait attribuer à l'insuffisance de la série des Tasmaniens le rang qu'ils occupent sur le tableau bien au-dessus de toutes les autres races du type éthiopique, il faudrait supposer que cette série comprend cinq crânes exceptionnels sur six, ce qui doit paraître bien peu probable.

Je puis bien admettre que le hasard ait quelque peu contribué à remonter les Tasmaniens jusqu'au voisinage immédiat des Européens; et si, plus tard, l'étude d'une plus grande série leur faisait perdre quelques rangs, je n'en serais pas étonné; mais je ne pense pas qu'ils puissent jamais descendre au niveau des nègres, des Polynésiens et des Malais, qui sont pourtant placés au-dessus d'eux dans l'échelle des races humaines.

On remarquera en outre que, sur notre tableau, les Mélanésiens de l'île de Tood (1) et les Australiens se trouvent aussi placés au-dessus des Polynésiens et des Malais de Java. Ces deux derniers groupes occupent ainsi sur notre liste une position

1. L'île de Tood se trouve dans le détroit qui sépare la Nouvelle-Guinée de l'Australie.

très-inférieure, qui n'est certainement pas en rapport avec l'ensemble de leurs autres caractères.

J'ajoute enfin que les Kabyles, les Égyptiens, les Guanches et les Arabes, races du type caucasique, ont plus d'affinités avec les races d'Europe que ne semblerait l'indiquer le caractère de l'angle de Daubenton.

Une classification ethnologique basée exclusivement sur ce caractère serait donc tout à fait trompeuse ; mais il a cela de commun avec tous les autres. Plus on avance dans l'étude des races humaines, et plus on acquiert la conviction que leurs affinités et leurs différences ne peuvent être déterminées, et encore moins mesurées, par un seul et unique caractère, anatomique, morphologique ou fonctionnel. Ce n'est qu'en tenant compte de tous ces caractères, suivant les principes de la méthode naturelle, qu'on peut espérer d'arriver à une classification vraiment scientifique.

Après ces réserves faites, il me sera permis de dire que la direction du trou occipital, déterminée par les angles occipitaux et basilaires, est au nombre des caractères craniologiques, les plus importants, car elle établit entre les diverses races des différences très-prononcées. Au point de vue de ce qu'on peut appeler *le diagnostic des crânes*, l'étude de l'angle de Daubenton rend de très-grands services. Ainsi, lorsque l'angle est négatif et surtout lorsqu'il est au-dessous de — 2 ou — 3, on peut-être à peu près certain que le type est caucasique. En dehors de ce type, on ne trouve sur notre tableau qu'un très-petit nombre d'angles négatifs, savoir ; 1 Tasmanien et 1 Hottentot à — 1 degré, 1 Néo-Calédonien à — 1° 5 ; puis 1 Nègre et 1 Polynésien à — 3 ; 1 Esquimau à — 3°, 5 ; et enfin un Kalmouck (série des Mongols), à — 6 degrés; mais la région basilaire de ce dernier crâne est le siége d'une déformation plastique très-prononcée. Cette déformation existe aussi, quoique à un moindre degré, sur le crâne du nègre ; de sorte qu'un crâne normal dont l'angle est au-dessous de — 1, peut être par cela seul considéré presque à coup sûr comme caucasique.

De même, si nous réunissons en une seule nos six séries d'Européens modernes (savoir: les cinq premières du tableau et la neuvième), nous obtenons un nombre total de 370 crânes;

et sur ce nombre, nous ne trouvons que trois fois l'angle de Daubenton égal à + 8 degrés. Dans tous les autres cas, il est plus petit. Il est donc très-probable que le chiffre de + 8 degrés est la limite supérieure des variations de l'angle de Daubenton dans les races actuelles de l'Europe ; cette limite ne pourra être dépassée que dans des cas tout à fait exceptionnels, et on remarquera qu'elle est inférieure à la *moyenne* des nègres. Tous ceux qui ont étudié de grandes séries de crânes reconnaîtront qu'il est bien peu de caractères qui puissent donner des notions aussi précieuses pour le diagnostic des crânes.

L'angle de Daubenton présente donc, en anthropologie, une très-grande importance, qu'on avait méconnue jusqu'ici, parce qu'on croyait, d'après Daubenton, qu'il était à peu près invariable chez l'homme. On croyait, en outre, que ce caractère établissait une distinction absolue, un hiatus vaste et infranchissable entre l'homme et tous les autres animaux. On va voir que cette seconde opinion n'est pas plus exacte que la première.

J'ai inscrit sur le troisième tableau les résultats des mensurations que j'ai pratiquées sur cinquante singes de l'ancien continent. Je me suis efforcé de réunir le plus grand nombre possible d'observations sur les trois grandes espèces d'anthropoïdes : chimpanzés, orangs et gorilles. La région du trou occipital est très-souvent mutilée sur les têtes de ces animaux, parce que les indigènes qui les tuent cassent cette partie du crâne pour extraire la cervelle, dont ils sont friands. D'un autre côté, les squelettes complets de nos musées ne sont pas toujours montés de manière à permettre d'enlever facilement le crâne. Les pièces qui se prêtent à l'étude du trou occipital sont donc assez rares, et je n'ai pu en trouver qu'un nombre tout à fait insignifiant dans les collections publiques ou particulières de Paris. Je suis donc heureux de pouvoir remercier ici M. Edouard Dupont, qui a bien voulu mettre à ma disposition la riche collection du musée d'histoire naturelle de Bruxelles, dont il est le directeur. La plupart des observations que j'ai recueillies sur les orangs adultes proviennent de cette collection.

On verra sur le tableau que 10 singes sur 50 ont donné un angle de Daubenton compris entre + 5 et + 18 degrés. On n'a

pas oublié que cet angle a pu s'élever chez l'homme une fois jusqu'à 19 degrés, et plusieurs fois jusqu'à 16, 17 et 17°,50. Le minimum des singes s'entre-croise donc avec le maximum des hommes.

Mais on sait que les différences du type humain et des types simiens sont toujours beaucoup moindres chez les jeunes singes que chez les adultes. Ce serait déjà une forte objection contre la doctrine de Daubenton, de constater que l'angle qu'il a étudié peut descendre chez les jeunes singes à 14, à 11 et même à 5 degrés, et être plus petit par conséquent qu'il ne l'est chez un très-grand nombre d'hommes. Il me paraît bon toutefois d'éliminer les jeunes singes. Il ne reste plus alors sur le tableau que cinq singes avec un angle inférieur à 19 degrés; ce sont: un semnopithèque entelle à 19 degrés, un cynocéphale, un orang femelle et un chimpanzé femelle à 16 degrés, et enfin un gibbon très-probablement mâle, à 18 degrés.

Je ferai même encore l'élimination des semnopithèques, des cynocéphales et des gibbons, comme étant de taille trop petite. Je ferai remarquer, en effet, que la grandeur des orbites est de nature à abaisser le plan orbito-occipital et à diminuer l'angle de Daubenton; que les dimensions relatives des orbites sont ordinairement plus grandes chez les singes de petite taille, et que, par conséquent, toutes choses égales d'ailleurs, l'angle de Daubenton doit être un peu moins ouvert chez eux que chez les grands anthropoïdes. D'ailleurs, lorsqu'on veut apprécier la valeur relative d'un caractère, on doit s'attacher surtout à l'étudier comparativement sur les espèces les plus voisines. Cessons donc de comparer l'angle de Daubenton de l'homme avec celui des singes en général, et bornons-nous à établir un parallèle entre l'homme et les trois grandes espèces d'anthropoïdes.

L'angle minimum de nos cinq gorilles adultes est de 25 degrés. Peut-être ce minimum serait-il moindre sur une série plus étendue; rien ne nous prouve toutefois qu'il puisse descendre jusqu'à 19 degrés; et nous pouvons dire que jusqu'ici le gorille paraît se tenir à une distance respectueuse de l'homme.

Mais un de nos chimpanzés adultes sur quatre, et un de nos orangs adultes sur huit, avec leur angle de 16 degrés seulement viennent coudoyer la série humaine et même empiéter sur elle de

3 degrés. Ces deux voisins gênants sont, il est vrai, des femelles. On sait que les femelles des anthropoïdes s'écartent généralement du type humain beaucoup moins que les mâles. Mais cette remarque n'atténue que bien peu la gravité du fait qui nous occupe, et j'ajoute d'ailleurs que, si le Hottentot qui monte à 19 degrés est un homme, il y a dans la série des Néo-Calédoniens une femme qui a un angle de 16 degrés, et dans celle des nègres une autre femme dont l'angle est de 17 degrés.

On ne peut donc plus ranger l'angle de Daubenton au nombre des caractères distinctifs *absolus* de l'homme. La distance qu'il laisse entre l'homme et les anthropoïdes peut être franchie par les variations individuelles. Et, comme il est clair que les Hottentots, les nègres et les Néo-Calédoniens dont je viens de parler sont des bipèdes beaucoup plus parfaits que n'importe quel singe, il faut en conclure que Daubenton est allé trop loin en faisant de la direction du trou occipital la pierre de touche exclusive de l'attitude des animaux. Les considérations anatomiques qu'il a invoquées, et que j'ai exposées à mon tour dans le premier paragraphe de ce travail, sont incontestables; de tous les caractères anatomiques, la direction du trou occipital est celui qui imprime le mieux sur le crâne le cachet de l'attitude de l'animal ; mais ce caractère, bien que fondamental, n'est pas absolu ; où plutôt les moyens dont nous disposons pour l'apprécier ne sont pas absolus. Nous nous efforçons en vain de chercher, pour mesurer l'inclinaison du trou occipital, des lignes crâniennes aussi fixes que possible. Celles qui nous paraissent les plus fixes ne le sont que relativement, et, pour obéir moins que les autres aux causes si diverses qui produisent des variations, elles n'y échappent pas entièrement.

§ 7. — *Conclusions.*

1° La direction du trou occipital présente dans les diverses races humaines des différences très-grandes, et constitue un caractère anthropologique d'une haute importance.

2° L'*angle de Daubenton*, le *second angle occipital* et l'*angle basilaire* mesurent de trois manières différentes l'inclinaison du trou occipital.

3° Ces trois angles peuvent être mesurés à la fois, avec autant de rapidité que de précision, à l'aide du goniomètre occipital. Les indications qu'ils fournissent sont très-analogues : mais il est utile de les comparer entre elles, parce qu'elles présentent quelquefois une certaine divergence.

4° L'angle basilaire, mesurant directement le caractère que les deux autres angles ne mesurent qu'indirectement, est celui qui mérite le plus de confiance.

5° L'angle basilaire est le plus grand des trois, l'angle de Daubenton est le plus petit. Chez l'homme, l'angle basilaire dépasse en général de 4 à 5 degrés le second angle occipital, qui, à son tour, dépasse de 11 à 12 degrés l'angle de Daubenton.

6° Ces trois angles présentent leur minimum dans les races d'Europe, et leur maximum chez les nègres. Leur grande ouverture est, en général, un caractère d'infériorité. Cette règle souffre cependant quelques exceptions,

7° L'angle de Daubenton de l'homme est tantôt positif et tantôt négatif. Il peut descendre jusqu'à — 16 degrés, et s'élever jusqu'à + 19 degrés ; mais les cas où il est inférieur à — 12 degrés sont pathologiques et se rapportent à la déformation plastique du crâne décrite par Barnard Davis. Dans les races d'Europe, il est plus souvent négatif que positif. Ce n'est que par exception qu'il descend au-dessous de zéro dans les races des types mongolique et éthiopique.

8° La moyenne de l'angle de Daubenton est négative dans plusieurs, probablement même dans la plupart des races d'Europe. Dans toutes les autres races, elle est constamment positive. Chez les Basques et les Auvergnats, elle n'est que de — 1°,52 et — 1°,50 ; elle s'élève à + 8°,47 chez les nègres occidentaux, et à + 9°,34 chez les nègres orientaux (Nubiens d'Eléphantine). Elle atteint le chiffre de + 11°,37 chez les microcéphales d'Europe. Puis elle passe à 26 degrés environ chez les chimpanzés adultes, et à 31 et 32 degrés environ chez les orangs et les gorilles adultes.

9° Chez les anthropoïdes, l'angle de Daubenton des jeunes est plus petit que celui des adultes ; celui des femelles est plus petit que celui des mâles.

10° Le minimum des anthropoïdes *adultes* descend au-dessous

du maximum humain. La direction du trou occipital n'établit donc pas une distinction absolue entre l'homme et les anthropoïdes ; mais si, au lieu de considérer les cas individuels, on considère les moyennes, on ne peut méconnaître la valeur de ce caractère. On voit alors que, dans toute la série des races humaines, la moyenne ne varie que de — 1°,52 à + 9°,34, c'est-à-dire de 10°,84, tandis qu'il existe une différence de 17 degrés environ entre les chimpanzés et la race humaine la moins favorisée.

REMARQUES SUR LES TABLEAUX

Toutes les valeurs qui ne sont pas précédées du signe + ou — sont positives.

Sur le premier tableau, on a mis les signes dans la colonne de l'angle de Daubenton, parce que celui-ci donne une moyenne tantôt positive, tantôt négative. Pour les deux autres angles, dont les moyennes sont toujours positives, on a jugé inutile de mettre des signes.

Sur le second tableau, on a donné dans les colonnes des maxima et des minima les deux chiffres les plus forts et les deux chiffres les plus faibles de chaque série. Le premier maximum est le plus fort, le premier minimum est le plus faible.

Dans les colonnes relatives à l'angle basilaire, on remarquera qu'un seul chiffre est précédé du signe —. Ce cas unique, où l'angle basilaire s'est trouvé négatif (— 2 degrés) s'est présenté dans la série des Auvergnats, sur un crâne atteint d'une déformation plastique excessive. Dans tous les autres cas, l'angle basilaire était positif et l'emploi du signe a paru inutile.

Sur le troisième tableau enfin, tous les angles étant constamment positifs, on n'a pas eu besoin de recourir aux signes.

Tableau I.

Les angles occipitaux et basilaires suivant les races.

Moyennes.

	Nombre de crânes.	Angle de Daubenton. 1	Second angle occipital. 2	Angle basilaire 3	Différence des angles : 1 et 2	2 et 3	1 et 3
Basques de Zaraus	60	—1.52	11.10	15.29	12.62	4.19	16.81
Auvergnats	88	—1.50	10.33	14.72	11.83	4.39	16.22
Bas-Bretons	62	—0.80	12.15	16.02	12.95	3.87	16.82
Slaves d'Autriche	11	—0.64	10.55	14.36	11.19	3.81	15.00
Parisiens du dix-neuvième siècle	124	- 0.17	12.67	17.39	12.84	4.72	17.56
Mérovingiens	69	+0.71	13.39	18.08	12.68	4.69	17.37
Parisiens douzième siècle	114	+1.46	13.25	17.59	11.79	4.34	16.13
Caverne de l'Homme-Mort	16	+1.88	13.28	18.16	11.40	4.88	16.28
Corses	25	+2.05	14.56	19.22	12.51	4.65	17.17
Tasmaniens	6	+2.58	13.05	16.43	10.47	3.38	13.85
Mongols (Tartares, Kalmouks, etc)	11	+2.72	14.55	20.09	11.83	5.54	17.37
Kabyles	10	+3.05	15.80	21.20	12.75	5.40	18.15
Egypte ancienne	113	+3.98	16.35	21.60	12.37	5.25	17.62
Guanches	19	+4.35	15.63	20.77	11.28	5.14	16.42
Détroit de Warrior (île de Tood)	5	+4.60	15.80	20.60	11.20	4.80	16.00
Arabes	21	+5.02	17.02	22.68	12.00	5.66	17.66
Chinois	29	+5.86	18.20	24.51	12.34	6.31	18.65
Esquimaux	14	+6.38	18.80	24.42	12.42	5.62	18.04
Hottentots	13	+6.54	16.80	21.57	10.26	4.77	15.03
Australiens	9	+6.87	15.43	21.42	8.56	5.99	14.55
Javanais	29	+7.22	18.00	23.50	10.78	5.50	16.28
Polynésiens	39	+7.65	19.43	25.90	11.77	6.47	18.24
Néo-Calédoniens	51	+7.88	17.50	23.58	9.62	6.08	15.70
Nègres occidentaux	44	+8.47	20.03	25.97	11.56	5.94	17.50
Nubiens d'Eléphantine	22	+9 34	20.12	26.32	10.78	6.20	16.98
Microcéphales (Européens)	4	+11 37	22.00	39.00	10.63	17.00	27.63

Tableau II

Maxima et minima.

	Angle de Daubenton. Maxima.		Minima.		Ecart max.	Angle basilaire. Maxima.		Minima.		Ecart Max.
Basques de Zaraus.	+ 7	+ 6	—15	—13	22	29	27.5	0	3	29
Auvergnats	+ 5	+ 5	—16	– 15	21	24.5	23.5	— 2	0	25.5
Bas-Bretons	+ 8	+ 7	—13	— 3	21	27	25	0	1	27
Slaves d'Autriche	+ 5	+ 3	— 6	— 5	11	25	19	10	10	15
Parisiens du XIXe s.	+ 8	+ 8	—13	—11	21	28	27.5	5	6	23
Mérovingiens	+11	+11	— 7	— 7	18	32	29	7	8	25
Parisiens du XIIe s.	+14	+10	— 9	— 6	23	34	28	6	9	28
Caverne de l'Homme-Mort	+12.5	+ 6	— 7	— 2	19.5	31	25	7	10	24
Corses	+ 7	+ 6.5	—13	— 3	20	26	26	0	15	26
Tasmaniens	+ 9	+ 4	— 1	0	10	21	17.5	13	13.5	8
Mongols (Tartares, Kalmouks, etc.).	+11	+ 5.5	— 6	0	17	28	25	11	17	17

TABLEAU II (*Suite*)

	Angle de Daubenton.					Angle basilaire.				
	Maxima.		Minima.		Ecart max.	Maxima.		Minima.		Ecart max.
Kabyles.........	+11.5	+11	— 6	— 3	17.5	29	32	10	13	19
Egypte ancienne	+14	+13.5	— 9	— 8	23	35	33	5	7	30
Guanches.......	+13	+ 9	— 4	0	17	27	25.5	10	10	17
Détroit de Warrior (île de Tood)	+ 7	+ 6	0	+ 3	7	25	22.5	15	20	10
Arabes.........	+13	+12	— 5	+ 2	18	35	32	13	17	22
Chinois.........	+12	+12	0	0	12	35	34	16	17	19
Esquimaux	+12	+10	— 3 5	+ 3	15.5	30	28	17	17	13
Hottentots......	+19	+11	— 1	0	20	35	31.5	14	15.5	21
Australiens	+10	+10	+ 3.5	+ 4	6.5	26	26	18	19	8
Javanais........	+14	+14	0	+ 2	14	34	31	11	15	23
Polynésiens.....	+13.5	+12.5	— 3	+ 1	12.5	34	33	11	16	23
Néo-Calédoniens.	+16	+16	— 1.5	+ 1	17.5	35	34	12	14	23
Nègres occidentaux..........	+17.5	+17	— 3	0	17.5	**37**	35	12	16	25
Nubiens d'Eléphantine......	+13	+13	+ 3	+ 5	10	33	32	17	22	16
Microcéphales (Européens)....	+15	+14.5	+ 6	+10	9	45	45	32	34	13
Toutes les séries réunies........	+19	+17.5	—16	—15	35	+37	+35	—2	0	39

TABLEAU III

ANTHROPOIDES.

Chimpanzés.

		Angle de Daubenton. Chiffres individuels.	Angle de Daubenton. Moyen	2e angle occipital Moyen.	Angle basilaire. Chiffres individuels.	Angle basilaire. Moyen
Jeunes.	1 très-jeune..	5	5.00	20.00	32	32 00
	1 jeune......	14	14.00	25.00	34	34.00
Adultes.	2 femelles ...	16 et 31	23.50	33.50	36 et 50	43.00
	2 mâles	23 et 35	29.00	37.50	43 et 53	48.00
	moyen. des 4		26.25	35.50		45.50
		Orangs.				
Jeunes.	1 très-jeune..	17	17.00	26 00	40	40 00
	3 jeunes	23,23 et 26	24.00	37.66	42,50, 53	48.33
Adultes.	4 femelles....	16,26, 27, 28	24.25	38.50	36,47.52,63	49.50
	4 mâles	37,38,38,40	38.25	52.00	56.60,63,65	61.00
	moyen. des 8.		31,25	45,25		55.25
		Gorilles.				
Jeunes.	1 très jeune..	16	16.00	29.00	37	37.00
	2 jeunes	24 et 26	25.00	39.00	46, 46	46.00
Adultes	1 femelle	25	25. 0	3[illegible]00	48	48.00
	4 mâles.....	31, 35, 36, 40	35.50	45.00	48, 55, 57, 58	54.50
	moyen. des 5		32.50	44.60		53.20
		Gibbons.				
1 jeunes...............		22 et 23	22.50	32.50	43, 44	43.50
9 adultes...............		18,32,32,33,33 33,33,35,35	31.55	40.66	40,48,50,51,52. 55,55.55,57	51.55
		PITHÉCIENS				
3 semnopithèques.....		15, 20, 24	19.66	33.33	43, 45. 49	45.66
3 cercopithèques......		21, 23, 23	23.33	35.33	44, 48, 55	4[illegible].00
Cynocéphales.	1 jeune	11	11.00	23.00	33	33.00
	6 Adultes	16,24,25,25,25,28	23.83	35.00	37,45,46,46,50,51	45.83

L'ÉQUERRE FLEXIBLE AURICULAIRE

NOUVEL INSTRUMENT CÉPHALOMÉTRIQUE. — LE GONIOMÈTRE AURICULAIRE.

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2e série. T. VIII, 1873, p. 147-150.)

En prévision de la décision que la Société vient de prendre, et pour rendre aussi uniformes que possible les mensurations de la tête, M. Broca a fait construire un instrument très-simple et très-léger destiné à placer avec précision le cordon biauriculaire qui établit la séparation du crâne antérieur et du crâne postérieur.

Sur le crâne sec, cette séparation est établie par un cordon qui passe sur le bregma et sur le milieu des conduits auditifs

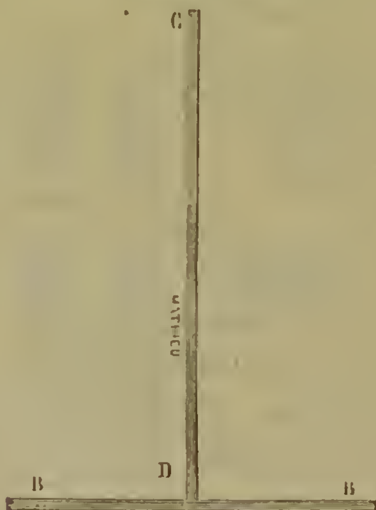


Fig. 39. — L'équerre flexible auriculaire.

externes. Sur le vivant, la position du bregma ne peut-être déterminée, mais on sait qu'un plan transversal perpendiculaire au plan horizontal de Camper passse toujours à une très-petite

distance du bregma. On nomme donc *bregma céphalométrique* le point où ce plan transversal coupe la ligne médiane de la voûte du crâne.

En appliquant sur le milieu du conduit auditif le sommet d'une grande équerre de bois, épaisse de 1 centimètre, on place aisément le bord inférieur de cette équerre dans le plan horizontal de Camper, et on peut alors, en visant le bord postérieur,

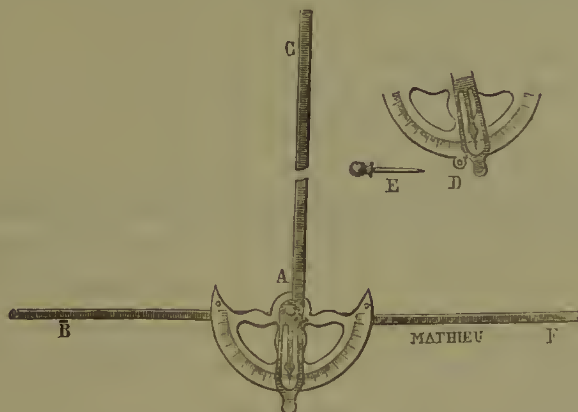


Fig. 40. — Le goniomètre auriculaire.

marquer sur le dessus de la tête la position du bregma céphalométrique. C'est le procédé qui a été indiqué dans les *Instructions générales* de la Société.

Mais, quelque épaisse que soit l'équerre, le regard qui vise son bord postérieur peut subir une certaine déviation. La sûreté du résultat est donc subordonnée à la sûreté du regard et de la main de l'observateur. Et comme il s'agit ici de comparer des faits recueillis par des personnes différentes, il est utile d'adopter un procédé qui ne soit pas sujet à l'erreur personnelle.

L'équerre flexible biauriculaire permet de déterminer d'une manière précise et invariable la position du bregma céphalométrique. Elle se compose de deux minces lames, AB et CD, en ressort d'acier souple et flexible, fixées à angle droit, et rectilignes à l'état de repos. Un petit tourillon en buis, fixé en D, est introduit dans l'oreille, et la branche horizontale AB est amenée au-dessous de la sous-cloison du nez. La branche verticale CD est encore rectiligne ; on la fléchit à son tour, pour l'amener

sur l'autre oreille en la faisant passer sur le dessus de la tête. Le point où elle coupe la ligne médiane donne le bregma céphalométrique.

Cet instrument est très-simple et peu coûteux.

M. Broca montre en outre un *goniomètre auriculaire* qui ne diffère de l'équerre flexible que par la mobilité de la branche verticale AC (fig. 40), qui peut se coucher sur AB ou sur AF, et par l'addition d'un cadran qui marque le degré d'inclinaison de la branche AC. La branche horizontale étant placée comme dans le cas précédent, on fléchit la branche AC et on la porte successivement sur le point sus-orbitaire et sur le bregma, pendant que l'aiguille marque sur le cadran la valeur de l'angle auriculo-facial et celle de l'angle auriculo-frontal. Cet instrument, appliqué sur le crâne sec, donne la mesure de tous les angles auriculaires.

Le tourillon en buis, placé en A, peut être enlevé et remplacé par une pointe en métal E, qui traverse perpendiculairement le centre du cadran. On peut ainsi appliquer ce centre sur le sommet de tous les angles superficiels du crâne *et des os longs* et les mesurer.

Enfin, le goniomètre auriculaire peut remplacer l'équerre flexible auriculaire. A cet effet, le cadran supporte, au niveau du 90e degré, un petit feston D percé d'un trou, dans lequel pénètre une petite goupille fixée sur le prolongement fenêtré de la branche AC, au delà de l'aiguille. Le mouvement est ainsi arrêté, et l'instrument fonctionne comme l'équerre flexible.

SUR

LE DEMI-GONIOMÈTRE FACIAL

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*. 2e série. T. VIII, 1873, p. 233-236.)

Le goniomètre facial que j'ai fait construire il y a huit ans,(1) et qui est maintenant entre les mains d'un grand nombre d'observateurs, est destiné surtout à être appliqué sur le vivant. On peut l'appliquer aussi sur le crâne sec, mais il est alors d'un maniement assez difficile, parce que les tourillons auriculaires, qui sont coniques, ne peuvent s'adapter exactement et solidement dans les conduits auditifs osseux, dont la forme est ovalaire. Il y a donc quelque difficulté à tenir les deux tourillons en place, pendant qu'on s'efforce de donner une direction parfaitement transversale à la branche qui vient affleurer l'épine nasale. On sait que la direction est transversale, lorsque les deux tourillons sont distants de ladite branche d'un même nombre de millimètres. Cela exige des tâtonnements assez longs, surtout lorsque le crâne n'est pas fixé par un aide. Ces tâtonnements sont nécessaires cependant, car si la branche n'était pas parfaitement transversale, le plan du cadran ne serait pas parallèle au plan médian du crâne, et l'angle que l'on chercherait serait plus grand ou plus petit que l'angle facial.

Sur le vivant, l'opération est beaucoup plus facile, parce que les tourillons s'adaptent très-bien dans le conduit cartilagineux de l'oreille, et parce que le sujet tient sa tête dans une attitude fixe. Néanmoins, l'application, pour être bien faite, exige encore plusieurs minutes.

L'angle facial conserve toujours une grande importance en

1. *Bulletin de la Société d'anthropologie* T. V. I série. 1864, p. 943-946 et P. Broca, *Mémoires d'anthropologie* T. I. p. 106.

céphalométrie, parce que les caractères craniologiques, que l'on peut déterminer sur le vivant, sont peu nombreux. Mais en craniométrie, on a d'autres moyens de mesurer l'obliquité de la face; l'angle facial, dont on a d'ailleurs exagéré la signification, perd donc une grande partie de son importance, et la valeur de ce caractère ne représente sans doute pas le temps que l'on emploie à appliquer correctement le goniomètre.

Cette objection est applicable aux autres goniomètres faciaux tout comme au mien. Tous en effet exigent l'emploi des deux tourillons auriculaires, sans lesquels il est impossible, sur le vivant, de donner une bonne direction au cadran.

Mais, sur le crâne sec, on peut procéder de la manière suivante :

On place le crâne sur la planche à projection, de telle sorte que le point basilaire s'appuie sur la fiche basilaire, et que le point médian de l'arcade alvéolaire corresponde à la ligne médiane de la planche. Plusieurs lignes parallèles à cette ligne médiane sont tracées sur la planche, de telle sorte qu'il y en a toujours une qui correspond à l'ouverture externe du conduit auditif; alors on enlève l'un des tourillons auriculaires, en ne conservant que celui qui est du côté du cadran. On applique ce tourillon unique dans le conduit auditif, le tenant d'une main ; de l'autre main, on amène la branche transversale sur l'équerre nasale. Pour s'assurer que la direction est bonne, on n'a pas à s'occuper de cette branche transversale, mais seulement de la branche antéropostérieure, qui lui est perpendiculaire et qui porte le cadran. Lorsque celle-ci est parallèle à la ligne de la planche au-dessus de laquelle elle est appliquée, on sait qu'elle est parallèle à la ligne médiane de la planche, et que par conséquent le plan du cadran est parallèle au plan médian du crâne.

On peut ainsi se passer du second tourillon auriculaire, et simplifier l'opération sans en diminuer la précision. Mais le poids, le volume, la longueur et la forme des branches du goniomètre facial ordinaire n'ont pas été combinés de manière à faciliter ce nouveau mode d'application.

J'ai donc fait construire, à l'usage *exclusif* de la craniologie, un instrument que je vous présente et que j'appelle le *demi-goniomètre facial*. Il représente l'une des moitiés de l'ancien

goniomètre, celle qui supporte le cadran. Mais les branches, n'ayant plus besoin d'être fixées par pression, sont beaucoup plus légères ; en outre, elles peuvent se démonter et tenir dans une boîte qui n'a plus que la largeur du cadran et qui n'a que la longueur d'un portefeuille de poche.

La mensuration de l'angle facial, à peu près abandonnée aujourd'hui par les craniologistes, pourra par ce moyen, être faite avec facilité et rapidité. Ce caractère, je le répète, n'a qu'une faible importance au point de vue de la craniologie pure, mais il permet d'établir un rapprochement entre les mesures craniologiques et les mesures céphalométriques. Il peut donc servir à interpréter les mensurations pratiquées sur le vivant, et l'utilité de ce résultat ne peut être méconnue.

SUR LE GONIOMÈTRE FLEXIBLE

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 3e série. T. III. 1880, p. 183-192.)

Le *goniomètre flexible* est destiné à mesurer l'angle que font entre elles deux lignes mesurées sur la surface convexe du crâne ou du cerveau. Sur le crâne, ces lignes sont en général celles qui expriment la direction des sutures ; sur le cerveau, ce sont celles qui expriment la direction des anfractuosités.

Je considérerai d'abord le cas le plus simple, celui des lignes crâniennes.

Ces lignes sont des courbes, et les angles qu'elles interceptent sur le crâne sont, jusqu'à un certain point, comparables à ceux qui forment sur une sphère les sommets des triangles sphériques, car la petite région du crâne où correspond le sommet peut être considérée comme peu différente d'une portion de sphère, à rayon plus ou moins grand, suivant le degré de courbure (voir mon *Mémoire sur le Cyclomètre*, *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 1874, t. IX, p. 679 et plus loin dans ce volume). Mais les points de repère où vont aboutir les deux lignes divergentes sont toujours assez éloignés du sommet, de sorte que la région qu'elles traversent est assez étendue, et est beaucoup trop différente d'une surface sphérique pour qu'on puisse la considérer comme un segment de sphère. On ne peut donc déterminer ces angles ni par le calcul ni par les procédés trigonométriques.

Il semble, au premier abord, qu'il serait facile de les mesurer, à l'aide d'un rapporteur, sur les dessins stéréographiques ou diagraphiques : mais on va voir que ce procédé serait inexact.

Nous allons d'abord supposer, pour simplifier la démonstration, que le crâne soit sphérique : les lignes qui unissent les points de repère, étant menées par le plus court chemin, seront des arcs de grand cercle. Deux de ces arcs, partant du même

point, forment un angle sphérique; et il est bon de se rappeler qu'on n'obtient nullement la mesure de cet angle en mesurant l'angle que font entre elles les cordes des deux arcs. Pour donner une idée des erreurs que l'on pourrait commettre en mesurant l'angle des deux cordes au lieu de l'angle des deux arcs, il suffit de dire que le premier peut être aigu, lorsque celui-là est très obtus (1). Les deux lignes droites dont l'angle mesure un arc sphérique sont les deux tangentes menées aux deux arcs par le sommet.

Cela posé, prenons pour exemple l'angle du lambda, intercepté par les deux angles de la suture lambdoïde. Celle-ci est plus ou moins sinueuse, même en faisant abstraction de ses dentelures ; mais elle a une direction générale indiquée, de chaque côté, par une ligne menée du lambda à l'astérion, à l'aide d'un cordon appliqué sur ces deux points. Cette ligne est un arc que j'appellerai AL, et elle forme avec son homologue un angle sphérique (ou mieux curviligne) ALA′, qu'on se propose de mesurer.

Supposons maintenant qu'on veuille mesurer cet angle sur le dessin géométrique de la norma postérieure du crâne ; on y aperçoit le lambda et les deux astérions ; on peut donc mener par ces trois points deux lignes droites formant un angle rectiligne dont le sommet est en L, et qu'il est aisé de mesurer avec un rapporteur.

Mais cet angle rectiligne ne représente pas notre angle curviligne ALA′ ; il représente seulement, sous les réserves qu'on fera tout à l'heure, l'angle que forment entre elles les deux cordes lambdoïdo-astériques, ce qui est tout à fait différent.

On pourrait croire, toutefois, que l'angle mesuré sur le dessin, tout en différant beaucoup de l'angle réel du lambda, en diffère toujours à peu près de la même manière, et qu'il peut en donner, dans les comparaisons de crâne à crâne, une idée relative suffisamment exacte. Ce serait une complète erreur. L'angle lambdoïdien du dessin n'est pas égal à l'angle des deux cordes lambdoïdiennes du crâne : il en représente seulement la projec-

1. On sait par exemple que la somme des trois angles d'un triangle sphériques est toujours plus grande que deux angles droits, et peut approcher de six angles droits, tandis que la somme des angles du triangle formé par ses trois corde est toujours plus petite que deux angles droits.

tion dans le plan du dessin, c'est-à-dire dans le plan vertical. Il ne lui serait égal que si le lambda et les deux astérions étaient dans un même plan vertical ; mais, les astérions étant toujours situés plus en avant que le lambda, ce plan est oblique ; la projection de l'angle est donc plus grande que l'angle lui-même, et elle est accrue très-inégalement suivant les cas ; elle l'est peu lorsque l'occiput est aplati ; elle l'est beaucoup lorsque l'occiput fait une forte saillie. On conçoit, en effet, que si, les deux astérions restant en place, le lambda reculait en restant au même niveau, l'angle lambdoïdien diminuerait, tandis que sa projection sur le dessin resterait la même.

Et si, pour éluder la difficulté, on dessinait, à l'aide du stéréographe ou du diagraphe, le crâne placé dans une attitude telle que les trois points de repère fussent dans un plan vertical, après avoir perdu beaucoup de temps à exécuter un dessin qui ne pourrait servir à aucun autre usage, on arriverait à un résultat tout à fait trompeur, puisqu'on aurait mesuré l'angle de deux cordes, en croyant mesurer l'angle de deux arcs.

Ce qu'il faut mesurer, pour connaître l'angle des deux arcs, c'est je le répète, l'angle que font entre elles les deux tangentes respectives menées par le sommet, et ces deux tangentes sont comprises dans le plan tangent qui passe par le sommet. On les obtient en un clin d'œil, avec la plus grande facilité, à l'aide du goniomètre flexible.

Le goniomètre flexible n'est à vrai dire qu'une transformation du *goniomètre auriculaire* que j'ai décrit et figuré en 1873 dans les *Bulletins de la Société d'anthropologie* (2e série, t. VIII, p. 149 et dans ce volume p. 643) et qui a été publié de nouveau dans la deuxième édition des *Instructions générales*, p. 66. Destiné à s'appliquer sur l'oreille, dans une région aplatie, le goniomètre auriculaire porte un quadrant sur lequel une aiguille marque les degrés des angles. En supprimant le tourillon auriculaire, en le remplaçant par une pointe, on peut, ainsi que je l'ai dit en 1873, appliquer l'instrument sur d'autres points du crâne; mais le quadrant, dont les dimensions ne peuvent être réduites, devient assez gênant ; les branches sont d'ailleurs beaucoup trop longues, et il serait à peu près impossible de les appliquer sur le cerveau. Il était donc nécessaire de ramener les

branches à des dimensions beaucoup plus petites, de les rendre beaucoup plus souples, et de supprimer le quadrant.

Le goniomètre flexible est formé de deux étroites branches en ressort d'acier, AB, A'B' (fig. 41), très minces et très souples,

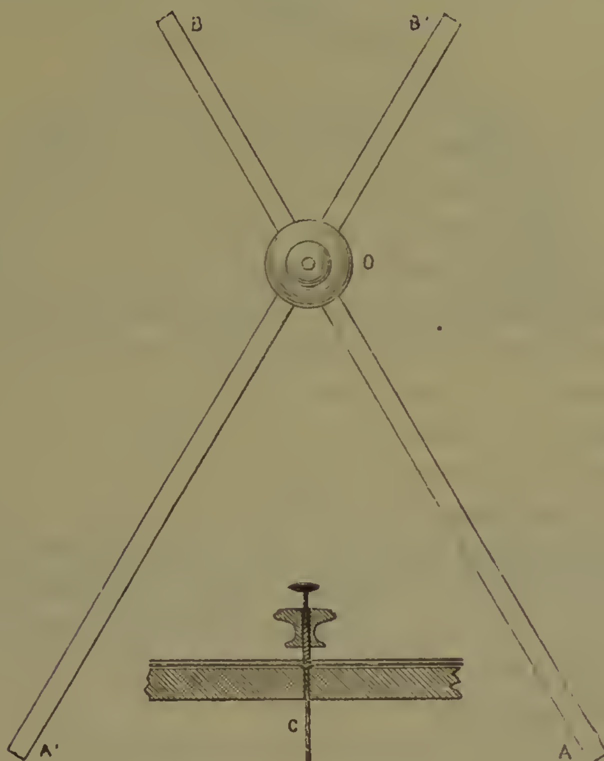


Fig. 41.

longues de 18 centimètres, larges de 4 millimètres, épaisses de $\frac{1}{3}$ de millimètre seulement, et articulées sur un bouton de pression O, qui leur sert de pivot. A l'état de repos, elles sont droites ; elles se courbent sous la plus légère pression ; mais dès que la pression cesse, elles redeviennent rectilignes. Elles se meuvent librement dans leur articulation ; mais lorsqu'on serre le bouton O, elles deviennent fixes l'une sur l'autre.

Dans l'axe du bouton et du pivot, est creusé un trou dans lequel se meut, à pas de vis, une fiche C, longue de 5 centimètres. Le pas de vis étant très long, un seul quart de tour fait avancer la fiche de 1 centimètre, et le maniement en est par conséquent très rapide.

L'articulation O divise chaque branche en deux parties inégales, longues respectivement de 6 à 12 centimètres. On obtient ainsi deux goniomètres opposés par le sommet AOA′, BOB′. On se sert du plus grand lorsqu'on opère sur le crâne ou le cerveau de l'homme et des grands animaux ; le plus petit sert en anatomie comparée, pour les crânes et cerveaux de petites dimensions.

Lorsqu'on veut mesurer un angle sur le crâne, on applique la pointe de la fiche sur le sommet et on fait descendre le bouton sur la vis jusqu'à ce que sa face profonde soit tangente au crâne au niveau de ce sommet. Les deux branches AA′, BB′ sont encore mobiles et peuvent être dirigées en tous sens. Fixant le bouton d'une main, on abaisse de l'autre main l'une des branches flexibles sur l'un des côté de l'angle. On pourrait alors prier un aide d'amener la seconde branche sur l'autre côté de l'angle, puis de serrer le bouton. Mais l'intervention d'un aide n'est nullement nécessaire, et après deux ou trois essais, on arrive très aisément à faire toutes les opérations soi-même ; car lorsqu'une branche est en place, il suffit d'un seul doigt pour l'y fixer et pour rendre libres le pouce et l'index de la main droite, qui, par un dixième de tour, serrent le bouton de pression après que la main gauche a appliqué la seconde branche sur le crâne dans la direction convenable.

Le bouton une fois serré, et les deux branches ne pouvant plus se mouvoir l'une sur l'autre, on cesse de presser sur elles ; leur courbure se redressant aussitôt, elles viennent se placer toutes deux dans le plan du bouton, qui est tangent au crâne, et leur bord représente ainsi la projection de l'angle crânien dans ce plan tangent. L'écartement des deux branches donne donc l'angle cherché, et il ne s'agit plus que de le mesurer avec un rapporteur.

On pourrait se servir d'un rapporteur ordinaire sur le centre duquel on appliquerait la pointe de la fiche. Mais celle-ci ne s'y arrêterait pas aisément, car il est bon qu'elle soit un peu émoussée. Il est donc plus commode de fixer le rapporteur en corne, par de petits clous de cuivre, sur un demi-cercle en bois épais (fig. 42). Un trou percé dans le centre du rapporteur et prolongé dans l'épaisseur du bois reçoit la pointe du goniomètre. On ap-

plique alors le bord *interne* de l'une des branches sur le bord du rapporteur, et le bord *interne* de l'autre branche marque le degré.

(L'articulation des deux branches se fait sur une portion un

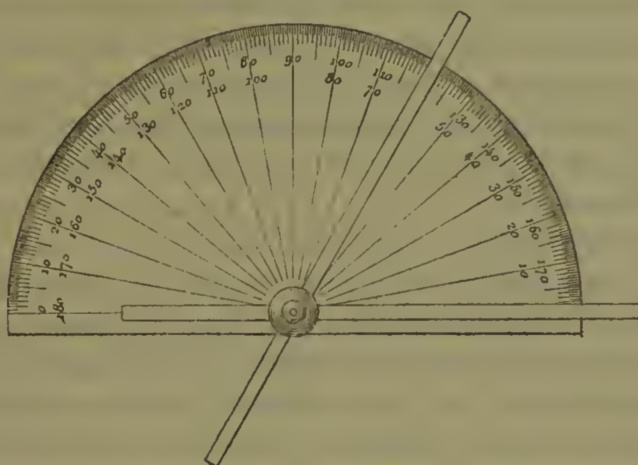


Fig. 42.

peu élargie, de telle sorte que leur pivot, qui est l'axe de la pointe et le sommet de l'angle, se trouve sur le prolongement du bord interne de chacune d'elles.)

Je n'ai rien à dire des points de repère crâniens sur lesquels les deux branches du goniomètre flexible sont appliquées : chaque observateur déterminera ces points de repère suivant la nature de ses recherches.

Mais j'ai quelques explications à donner sur la mensuration des angles cérébraux, que l'on étudie pour déterminer la direction des scissures et des sillons.

Cette étude ne peut se faire avec une entière exactitude que sur les crânes ou moules de crânes où le dessin de la topographie cérébrale a été reporté par le procédé des fiches (1). Les cerveaux retirés du crâne, quelque soin qu'on mette à les conserver, se déforment toujours plus ou moins, et cette déformation se reproduit naturellement sur les moules cérébraux. On peut néanmoins l'atténuer beaucoup en prenant certaines précautions pendant le durcissement du cerveau dans l'alcool, et

1. Voir mon *Mémoire sur la topographie cérébrale* dans *Revue d'anthropologie*, 1re série, t. V, p. 227, 1876.

les moules cérébraux bien faits, comme ceux que M. Chudzinski a exécutés en si grand nombre pour notre musée, se prêtent très bien à l'étude de la direction des scissures. Au surplus, ces remarques n'ont ici qu'une importance secondaire, car je ne me propose pas de guider les observateurs dans leurs recherches, mais seulement de mettre à leur disposition un moyen d'étude qu'ils appliqueront à leur guise, soit sur des moules, soit sur des cerveaux momifiés, ou simplement durcis dans l'alcool, soit enfin sur des cerveaux frais, car le goniomètre flexible est applicable à tous ces cas.

Les anfractuosités cérébrales sont pour la plupart très tortueuses; toutefois, elles ont une direction générale qu'on peut déterminer à l'aide d'un fil, ou de l'une des branches du goniomètre flexible. De même, quoique le plus souvent les deux anfractuosités dont on veut étudier la direction relative ne se rencontrent pas, et quoique leur angle n'ait par conséquent qu'un sommet virtuel, on peut trouver la position de ce sommet en prolongeant jusqu'à leur point d'intersection les deux fils qui forment les deux côtés de l'angle. Ce point une fois reconnu, on y applique la pointe du goniomètre, et on procède comme il a été dit à l'occasion des angles crâniens.

Je prendrai pour exemple le cas le plus important, celui de la scissure de Rolando. On sait que la direction de cette scissure, toujours très oblique chez l'homme adulte, l'est beaucoup moins chez le fœtus humain, ainsi que chez les singes inférieurs. Elle est en outre assez variable dans le genre humain, suivant les individus et suivant les races. Il y a donc là un caractère anthropologique et zoologique qui ne manque pas d'intérêt, et que quelques auteurs ont étudié en mesurant, sur des dessins ou sur des photographies de la norma supérieure du cerveau, l'angle que font entre elles les deux scissures de Rolando. Mais, d'une part, cet angle, comme les angles crâniens dont il a été question plus haut, varie suivant l'attitude dans laquelle le cerveau a été représenté; d'une autre part, la norma supérieure du cerveau ne montre dans son plein que le tiers supérieur de la scissure; le second tiers est vu en raccourci, le tiers inférieur n'est pas visible, et la direction gé-

nérale de la scissure ne peut être appréciée exactement. Le goniomètre flexible n'a aucun de ces inconvénients et il a en outre l'avantage d'être applicable directement, sans le secours d'un dessin, dont l'exécution est toujours assez longue.

Si les deux scissures de Rolando étaient exactement symétriques, l'angle bi-rolandique dont je viens de parler ferait connaître leur direction, puisqu'il suffirait d'en prendre la moitié pour obtenir leur inclinaison sur le bord sagittal de l'hémisphère. Mais, le plus souvent, elles ne sont pas symétriques ; elles sont inégalement obliques, et souvent même elles ne rejoignent pas le bord sagittal au même niveau. Il est donc préférable de mesurer séparément sur chaque hémisphère l'angle que fait la scissure de Rolando avec le bord médian. A cet effet, on applique la pointe de la fiche du goniomètre dans la fente interhémisphérique, sur le point où la ligne qui exprime la direction générale de la scissure de Rolando vient rejoindre le bord sagittal de l'hémisphère ; puis on courbe l'une des branches du goniomètre dans la scissure interhémisphérique, on abaisse l'autre sur la ligne de la scissure, on serre le bouton, et on mesure l'angle sur le rapporteur. Pour obtenir l'angle bi-rolandique, on ajoute les deux angles mesurés à droite et à gauche.

La fente interhémisphérique n'a généralement que peu de profondeur sur les moules, et la fixation de la fiche du goniomètre exige une certaine pression ; mais sur les cerveaux naturels on peut toujours écarter les bords de cette fente, de manière à y introduire la fiche jusqu'à une certaine profondeur, sans aller percer le corps calleux ; le bouton peut donc prendre un point d'appui sur le bord sagittal, sans produire aucune lésion dans la substance cérébrale.

Le goniomètre flexible n'est pas seulement applicable au crâne et au cerveau. On peut s'en servir avec avantage pour mesurer sur le squelette certains angles, tel que l'angle du col du fémur, les divers angles de l'omoplate. etc.

SUR LA VALEUR

DES DIVERS ANGLES FACIAUX

ET

SUR UN NOUVEAU GONIOMÈTRE FACIAL, APPELÉ LE GONIOMÈTRE FACIAL MÉDIAN.

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2e série. T. IX, 1874, p. 358-384.)

Dans une communication que j'ai faite l'année dernière à la Société sur la mensuration des angles céphaliques par la méthode trigonométrique, j'ai fait remarquer que les intruments destinés à mesurer ces angles peuvent se diviser en deux groupes : les goniomètres *simples*, dans lesquels le centre du cadran correspond au sommet de l'angle à mesurer, et les goniomètres *compliqués*, dans lesquels les changements de direction des côtés de l'angle sont marqués, par des leviers articulés, sur un cadran placé à une grande distance du sommet ou sur une tige droite graduée expérimentalement en divisions correspondant à des écartements de 1 degré.

Les goniomètres compliqués sont d'un prix élevé, d'un maniement lent et difficile. Aussi n'y a-t-on recours que dans les cas où il est impossible de fixer le centre du cadran sur le sommet de l'angle ou dans son voisinage, soit parce que la disposition des parties s'y oppose, soit parce que ce sommet est virtuel et situé à une grande distance de la surface du crâne. Mais, quoique ces instruments soient exacts et fournissent des données intéressantes, ils n'ont pu, jusqu'ici, devenir usuels parce que la craniométrie pratique exige des moyens simples et rapides. C'est pour ce motif que j'ai proposé de mesurer par la méthode trigonométrique les angles céphaliques qui ne peuvent être mesurés par les goniomètres simples (1).

1. *Bulletins de la société d'anthropologie*, 2e série, t. VIII, p. 92 (2 janvier 1873), et dans ce volume p. 433.

Les goniomètres faciaux connus jusqu'à ce jour, celui de Morton, celui de Jacquart et le mien, rentrent dans la définition générale que j'ai donnée des goniomètres simples. Le centre de leur cadran ne repose pas, il est vrai sur le sommet de l'angle à mesurer ; il est reporté à une grande distance du plan médian de la face, mais il y est reporté par une projection orthogonale, et par conséquent identique, qui est faite sur un plan latéral parallèle à ce plan. C'est donc l'angle lui-même que l'on mesure, quoiqu'on ne le mesure pas directement. La projection s'obtient à l'aide d'un mécanisme assez simple ; mais, pour qu'elle soit correcte, il est indispensable que le plan du cadran soit rendu exactement parallèle au plan médian, ce qui exige toujours, de la part de l'opérateur, une certaine attention et par conséquent une perte de temps. En fait, pour appliquer avec quelque précision, sur le crâne sec, le goniomètre en cuivre de Jacquart, qui est le plus parfait des goniomètres faciaux, il faut au moins deux ou trois minutes. Mon goniomètre en buis, instrument plus simple, plus léger et dix fois moins coûteux, que j'ai fait construire pour les études sur le vivant, et qui est aujourd'hui entre les mains d'un grand nombre de voyageurs, peut s'appliquer assez promptement sur la tête revêtue de ses parties molles ; mais il se fixe moins facilement sur les os secs, et le maniement en est plus lent encore que celui du goniomètre de Jacquart.

Or, n'oublions pas que la craniométrie actuelle ne procède pas par observations isolées, mais par séries d'observations, que l'on compare par la méthode des moyennes. Elle cherche donc, avant tout, des procédés d'une exécution rapide. Si l'angle facial avait conservé l'importance prépondérante qu'on lui accordait il y a trente ans, ce ne serait pas la crainte de perdre quelques minutes sur chaque crâne qui ferait reculer les observateurs. Mais on sait aujourd'hui que la valeur de ce caractère est très secondaire et les craniologistes ont jugé qu'elle n'était pas suffisante pour compenser leur temps et leur peine, puisqu'on ne voit presque jamais figurer l'angle facial sur les relevés craniométriques. Moi-même, quoique étant l'inventeur du goniomètre le plus répandu, j'ai renoncé depuis longtemps à remplir sur mes registres la colonne de l'angle facial.

Il serait désirable cependant que l'étude de cet angle ne fût pas négligée par les craniologistes, parce qu'elle est du très petit nombre de celles qui permettent d'établir des comparaisons entre les résultats craniométriques et les observations céphalométriques. Le but principal de la céphalométrie est de recueillir des notions sur la conformation de la tête des populations dont on ne peut étudier les crânes. Mais, d'une part, la plupart des points de repère craniologiques ne peuvent être retrouvés à travers les téguments; d'une autre part, les mesures ordinaires, courbes et diamètres, se trouvent accrues à un degré notable et d'une manière irrégulière par suite de l'inégale épaisseur des chairs. L'interprétation craniologique des éléments céphalométriques est donc le plus souvent très incertaine. L'angle facial présente, sous ce rapport, des conditions exceptionnellement favorables. On peut déterminer, sur le crâne sec, une ligne faciale dont la direction ne diffère pas sensiblement de celle que l'on détermine sur le vivant. En outre, la direction du second côté de l'angle, donnée par le point sous-nasal et par le point auriculaire, est assez exactement la même dans les deux cas. On peut donc mesurer sur le crâne un angle facial très comparable à l'angle facial céphalométrique.

Je m'empresse de reconnaître que cette comparaison n'a pas été fructueuse jusqu'ici. Cela tient à une cause signalée récemment par M. Topinard dans un travail important sur lequel je vais revenir. Tandis que l'on continue à se servir, sur le vivant, des points de repère de Camper, les craniologistes ont adopté, suivant leurs goûts, diverses lignes faciales qui, pour la plupart, diffèrent de celle de Camper soit par leur direction, soit par leur terminaison. Mais il suffit que l'on renonce à ces altérations du procédé primitif institué par Camper, pour que l'angle facial du crâne redevienne comparable à celui de l'homme vivant.

Toutefois, comme ce but concerne la céphalométrie plutôt que la craniométrie elle-même, il n'est pas probable que les craniologistes consentent à sacrifier beaucoup de temps à une mensuration dont ils n'espèrent pas tirer, pour leurs propres travaux, une grande utilité. Si donc l'on juge qu'il y ait quelque avantage à remettre cette question à l'étude, il est nécessaire de

chercher un moyen propre à abréger la mensuration de l'angle facial, sans compromettre l'exactitude des résultats.

J'ai fait dans ce sens, l'année dernière, une première tentative, qui n'a qu'incomplétement réussi. J'ai fait construire un instrument que je vous ai présenté sous le nom de *demi-goniomètre facial*, instrument beaucoup plus léger et beaucoup moins volumineux que mon goniomètre ordinaire, et en outre un peu moins coûteux. En plaçant le crâne sur une planche à projection couverte de lignes parallèles, on peut, avec cet instrument, reporter l'angle facial sur un cadran latéral, et le mesurer exactement (1). Mais l'opération, pour être correcte, exige une certaine adresse et beaucoup d'attention ; et quoiqu'elle soit plus rapide que ne l'est l'application des goniomètres complets, elle est encore trop lente pour le but que je cherche à atteindre.

L'inconvénient commun à tous les goniomètres faciaux usités jusqu'ici, c'est la position latérale de leur cadran. L'angle y est reporté par une projection qui doit être rigoureusement orthogonale, et la nécessité de veiller à l'exacte orientation du cadran entraîne une perte de temps inévitable. Cet inconvénient disparaîtrait s'il était possible de placer le cadran dans le plan médian du crâne. La configuration des parties semble au premier abord s'y opposer. Il m'a paru toutefois que la difficulté pouvait être surmontée, et j'ai conçu le plan d'un instrument que M. Henri Mathieu a construit avec son habileté ordinaire. Je vous présente cet instrument, qui mérite le nom de *goniomètre facial médian*.

Il repose sur le principe qui a déjà servi de base à la construction de l'*équerre flexible* et du *goniomètre auriculaire* (2), savoir : qu'un ressort d'acier à bords parallèles peut se courber ou s'étendre sans que chacun de ses bords cesse de rester dans un même plan. Voici, par exemple, un de ces ressorts ; il est long de 50 centimètres, large de 7 millimètres, épais d'un demi-millimètre et très souple par conséquent. A l'état de repos, il est rectiligne, mais il suffit d'une légère pression pour le cour-

1. *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2e série, t. VIII, p. 233 (6 mars 1673), et dans ce volume p. 645.

2. Voir *Bulletins de la Société d'anthropologie*, 2e série, t. VIII, p 147 (6 février 1873), et dans ce volume p. 642.

ber en arc, et alors son bord supérieur détermine un plan avec autant de précision que pourraient le faire deux tiges droites articulées. On peut sans doute, en agissant en sens inverse sur ses deux extrémités, lui imprimer un certain degré de torsion, qui transforme cette courbe plane en un spire; mais, dès que

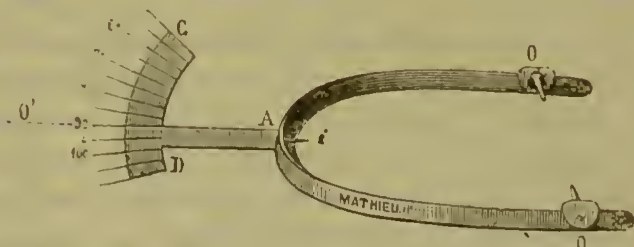


Fig. 43. — La base du goniomètre facial médian. — OAO', le ressort d'acier. Il est naturellement rectiligne; on lui a donné, pour le dessiner, une courbure analogue à celle qu'on lui donne pour l'appliquer sur le crâne. — OO', les deux tourillons auriculaires. — AD, tige plate soudée en A sur le milieu de la face antérieure du ressort, et supportant le cadran CD, qui est vertical et médian. — *i*, la pointe sous-nasale, destinée à s'implanter dans l'épine nasale.

l'on cesse d'exercer cette action spéciale, la spire se redresse, et la courbe redevient plane. Il résulte donc de la propriété de notre ressort que, lorsqu'on veut déterminer un plan sur la tête ou sur le crâne, il suffit de placer dans ce plan trois des points du bord supérieur du ressort.

On peut ainsi obtenir, avec la plus grande facilité, le plan spécial sur lequel on se propose de mesurer l'inclinaison de la ligne faciale. Ce plan passe toujours, en arrière, par les deux conduits auditifs externes; en avant, il passe par un troisième point, toujours placé sur la ligne médiane, mais que tous les auteurs n'ont pas choisi de la même manière: les uns adoptent la sous-cloison du nez ou l'épine nasale, les autres préfèrent le bord alvéolaire, ou encore le bord inférieur des dents. Supposons que le point choisi soit l'épine nasale ; ce que nous allons dire sera d'ailleurs applicable aux autres cas.

Sur les deux extrémités du ressort, fig. 43, glissent deux tourillons perpendiculaires O, O', destinés à pénétrer dans les conduits auditifs, et dont les axes passent par le bord supérieur du ressort. On introduit les tourillons dans les oreilles; la partie antérieure du ressort, décrivant au-devant de la face une grande

courbe régulière, peut s'élever ou s'abaisser avec la plus grande facilité, sans la moindre torsion, puisque les tourillons tournent librement dans les conduits auditifs. On saisit alors le milieu du ressort et on l'amène sur le point sous-nasal à l'aide d'une pression qui tend à redresser la courbe et qui d'abord la déforme quelque peu ; mais les deux extrémités du ressort, pouvant glisser sur les tourillons, reculent aussitôt, la courbe redevient régulière, et il suffit alors d'exercer une très légère pression sur les tourillons auriculaires pour assujettir exactement dans le plan de Camper le bord supérieur de l'instrument.

Si l'on opère sur le crâne, on appuie le pouce de la main gauche sur le tourillon de l'oreille gauche. Cette main embrassant la base du crâne, sur laquelle l'index prend un point d'appui, les derniers doigts vont s'appliquer sur le tourillon de

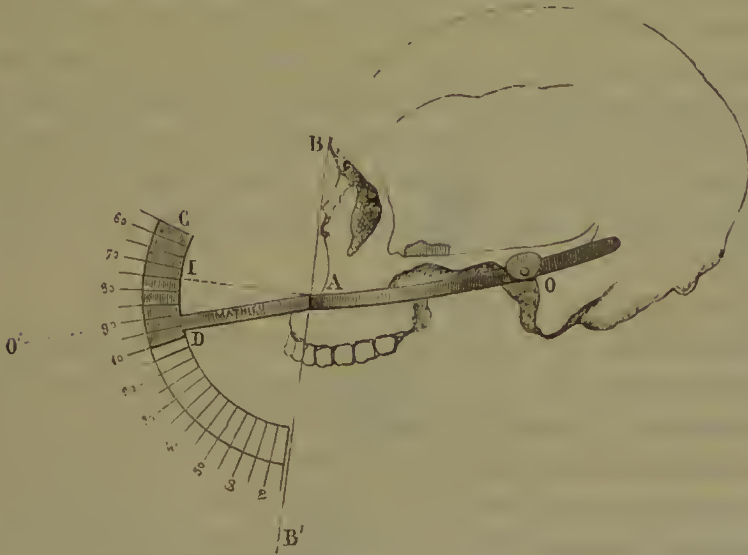


Fig. 44. — La base du goniomètre médian appliquée sur le crâne. — O, le tourillon auriculaire gauche enfoncé dans le conduit auditif. — OA, la moitié gauche du ressort, contournant la moitié gauche de la face. — AD et CD, comme sur la figure 43. — BB', la ligne faciale. — DB', prolongement idéal du cadran.

l'oreille droite ; le crâne et le ressort se trouvent ainsi fixés, et la main droite reste libre pour manier la seconde pièce du goniomètre.

Cela posé, on a rivé sur le milieu de la face antérieure du ressort une lame perpendiculaire AD, longue de 6 centimètres et

bien rigide, dont le bord supérieur est situé dans le plan du bord supérieur du ressort. Lorsque le milieu du ressort est fixé sur le point sous-nasal, ou sur tout autre point médian, cette lame, qui se prolonge en avant de la face, est exactement comprise dans le plan médian du crâne; sur son extrémité antérieure est rivé un cadran ou plutôt un arc gradué DC, qui est également compris dans le plan médian du crâne. Le centre de ce cadran est en A, à l'intersection du bord supérieur de la lame rigide qui le supporte, et du bord supérieur du ressort; il correspond par conséquent au sommet de l'angle facial. Son arc s'élève au-dessus de la lame rigide, et est graduée de telle sorte que le 90ᵉ degré correspond au bord supérieur du ressort; de là les degrés décroissent de bas en haut. Telle est la première pièce de notre goniomètre médian.

La figure 43 représente cette première pièce sous une inclinaison légère qui permet d'en voir toutes les parties. La figure 44 la montre telle qu'elle apparait sur le profil du crâne, lorsqu'elle est en position. O est le point auriculaire, A est le point sous-nasal, B est le point le plus saillant de la base du front. Par conséquent BA est la ligne faciale, et l'angle BAO (ou plutôt sa projection sur le plan médian) est l'angle facial qu'il s'agit de mesurer.

Si l'on pouvait, sur le crâne ou sur la face, tirer une ligne droite de B en A et la prolonger jusqu'en B′, et si la disposition des parties permettait de prolonger l'arc du cadran vers le bas, on mesurerait l'angle BAO en mesurant B′AO′ qui lui est égal, et le zéro serait alors placé sur la base du cadran. Cela n'étant pas possible, nous mesurerons, au lieu de l'angle B′AO′, son angle complémentaire O′IA la ligne ponctuée IA représentant une perpendiculaire élevée en A sur AB. On voit en effet que IAO′ est égal à l'angle droit IAB′ moins l'angle facial B′AO′. L'angle IAO′ une fois mesuré, il faudra le retrancher de 90 degrés; pour éviter cette soustraction, on a décompté sur le cadran les degrés de bas en haut, à partir de 90 degrés, de sorte que la soustraction se trouve faite par la graduation elle-même.

Il ne s'agit donc plus maintenant que de faire partir du point A une aiguille perpendiculaire AB, représentant notre ligne ponctuée IA. Nous y parviendrons à l'aide de la seconde pièce du

goniomètre, pièce mobile, maniée par la main droite, qui, comme on l'a vu, est restée libre.

Cette pièce, nommée l'*indicateur*, se compose d'une tige MN (fig. 45), terminée d'un côté par un manche M, et supportant à son autre extrémité N une aiguille IA, qui lui est perpendiculaire. Un curseur K supporte une seconde tige KB, perpendiculaire à MN, et dont la longueur est exactement égale à NA. Par conséquent, on peut faire avancer ou reculer la tige KB, sans que la figure CNBA cesse d'être un rectangle; en d'autres termes, la tige MN sera toujours parallèle à la ligne qui unirait le point B au point A, et l'aiguille IA sera toujours perpendiculaire à cette ligne.

Maintenant, saisissons le manche de l'indicateur dans le creux de la main droite, posons sur le crâne la pointe A de l'aiguille IA au sommet de l'angle facial A, puis faisons mouvoir avec le pouce, qui est libre, le curseur KB, jusqu'à ce que son extrémité B atteigne le point le plus saillant de la base du front, et alors notre instrument sera placé de telle sorte que la ligne virtuelle



Fig. 45. — L'indicateur du goniomètre. — M, la poignée. — MN, la tige faciale. — AI, l'aiguille exploratrice, perpendiculaire à MN. — A, la pointe nasale. — I, la pointe indicatrice. — K, curseur supportant la pièce frontale KB, avec une rallonge mue par une vis à crémaillère.

BA correspondra exactement à la ligne faciale. L'aiguille IA sera donc perpendiculaire à cette ligne; elle occupera la position qu'occupe sur la figure 44 la ligne ponctuée IA, et elle ira par conséquent marquer sur le cadran la valeur de l'angle facial.

Mais, pour que cette indication soit correcte, deux conditions sont nécessaires : il faut en premier lieu que l'extrémité A de l'aiguille tombe exactement sur le centre du cadran, et en second lieu il faut que ce centre coïncide exactement avec le sommet de l'angle à mesurer.

Pour remplir la première condition, on a disposé le cadran de telle sorte que son centre ne correspond pas rigoureusement au bord supérieur du ressort, mais a un demi-millimètre au-dessous de ce bord supérieur; puis, sur la face antérieure du ressort, immédiatement en dehors de la lame AD et à un demi-millimètre du même bord, on a creusé un tout petit trou, d'un tiers de millimètre de profondeur ; c'est dans ce trou qu'on pose l'extrémité A de l'aiguille AI ; celle-ci aboutit donc exactement au centre du cadran (1).

Pour remplir la seconde condition, on a fixé sur la face concave du ressort, au niveau même du petit trou dont je viens de parler, une petite pointe d'acier (voir fig. 43, *i*) qui va piquer le squelette au point précis où est placé le sommet de l'angle facial. Cette pointe pourrait être très-courte, mais on verra plus loin qu'il y a avantage à lui donner une longueur de 5 millimètres. De la sorte, le centre du cadran se trouve reporté à 5 millimètres en avant du sommet de l'angle à mesurer, et si la partie NA de l'aiguille était exactement égale à la longueur du curseur KB (fig. 45), comme je l'ai supposé plus haut pour faciliter la description, la tige MN, qui supporte l'aiguille, ne serait pas parallèle à la ligne faciale AB de la figure 44 ; pour rétablir le parallélisme, on a adapté sur le curseur KB une rallonge graduée, qui permet de le rendre plus long que NA de 5 millimètres. L'erreur qui résulte de la longueur de la pointe *i* se trouve ainsi corrigée.

Les personnes familiarisées avec la géométrie objecteront que la correction n'est pas parfaite; elle le serait si l'angle facial était droit, car alors la pointe serait exactement le prolongement de l'aiguille NA. L'angle étant toujours un peu inférieur à 90 degrés, l'aiguille et la pointe forment une ligne légèrement brisée, et le

1 Pour rendre plus facile l'introduction de l'aiguille dans le trou, on a fixé immédiatement au-dessus de celui-ci une petite lame horizontale, de telle sorte que le trou correspond au sommet d'un angle trièdre.

sommet de la pointe se trouve, par conséquent, un peu plus rapproché de la ligne KN que ne l'est l'extrémité B du curseur. On obtient donc un angle un peu plus grand que l'angle à mesurer. Mais la différence est tout à fait insignifiante ; un calcul, qu'il serait trop long de reproduire ici (1), montre qu'elle est inférieure à deux dixièmes de degré lorsque l'angle facial dépasse 70 degrés, ce qui est habituel, et qu'elle n'atteint pas un demi-degré lorsque l'angle facial descend à 60 degrés, c'est-à-dire au-dessous de la limite inférieure des variations de cet angle chez l'homme. Si l'on songe maintenant que la mensuration des angles céphaliques ne se fait qu'à 1 degré près, on reconnaîtra qu'une cause d'erreur qui, dans le cas le plus extrême, ne peut donner qu'une différence d'un demi-degré, est parfaitement négligeable.

Lorsqu'on applique l'instrument sur le vivant, la pointe doit naturellement être supprimée ; il faut donc que la longueur du curseur KB soit diminuée de 5 millimètres, afin que KB deviennent égal à NA. Le parallélisme de la tige KN et de la ligne faciale est alors irréprochable ; mais il surgit une autre cause d'erreur, résultant de ce que le centre du cadran est situé à un demi-millimètre au dessous du bord supérieur du ressort, tandis que c'est ce bord même qui est appliqué sur le point sous-nasal, c'est-à-dire sur le sommet de l'angle facial. L'angle que l'on mesure n'est donc pas l'angle facial mais un angle dont le sommet se trouve abaissé d'un demi-millimètre.

Cet abaissement ne modifie en rien la direction de la ligne faciale ; mais le second côté, dit *horizontal*, de l'angle, partant toujours du point auriculaire O, est légèrement incliné en avant, et par conséquent l'angle mesuré est un peu plus petit que l'angle facial réel.

La différence, toutefois, est encore insignifiante ; si, du point auriculaire O (point virtuel, situé dans le crâne, sur le milieu de l'axe biauriculaire), on mène deux lignes aboutissant respectivement au point sous-nasal proprement dit et au centre du cadran, ces deux lignes intercepteront un angle égal à l'erreur qui nous occupe. Or la distance du point auriculaire au point

1. Dans ce calcul on a supposé que la longueur de la ligne faciale AB était de 8 centimètres.

sous-nasal est en moyenne de 10 centimètres environ, et deux lignes qui, à cette distance, s'écartent d'un demi millimètre, ne font entre elles qu'un angle d'un tiers de degré. L'erreur est donc tout à fait négligeable, aussi bien pour le cas où l'instrument est appliqué sur le vivant que pour celui où il est appliqué sur le crâne.

Les goniomètres à cadran latéral, quelque parfaits qu'ils soient, exposent à des erreurs certainement beaucoup plus fortes. Sur le crâne, n'étant pas fixés par une pointe, ils ne peuvent s'appliquer rigoureusement au sommet de l'angle; pour les fixer sur le vivant, on est obligé d'exercer sur le point sous-nasal une pression assez forte qui déforme toujours un peu les chairs, ce qui déplace certainement le sommet de l'angle de beaucoup plus de 1 millimètre. A ce point de vue, l'avantage reste donc au goniomètre médian. J'y reviendrai tout à l'heure, mais auparavant je dois compléter la description de l'instrument.



Fig. 46. — L'indicateur à aiguille oblique, pour l'application du goniomètre sur le vivant (les lettres comme sur la figure 34).

Jusqu'ici, pour faciliter cette description, j'ai supposé que la tige AD, qui supporte le cadran, était comprise dans le plan auriculo-sous-nasal déterminé par le bord supérieur du ressort. Les goniomètres destinés à la craniologie peuvent être construits ainsi, mais ils ne sont pas applicables sur le vivant. Alors, en

effet, la saillie du nez s'oppose au maniement de l'aiguille. Au profil du crâne représenté sur la figure 44, superposez le profil du nez, et vous verrez que la saillie du lobule empêchera l'aiguille, appliquée en A, de prendre la direction ascendante IA. Pour tourner cet obstacle, il faut donner une certaine obliquité à la tige AD qui supporte le cadran, et une obliquité égale à l'aiguille ANI qui marque les degrés.

Le curseur KB (fig. 46) reste toujours perpendiculaire à la tige KN; la distance de B à cette tige est donc invariable, quelle que soit la position du curseur. Fixons maintenant en N l'aiguille NA dans une direction oblique, et donnons lui une longueur telle que la perpendiculaire AH abaissée sur KN soit égale à la longueur du curseur. La figure KHAB sera toujours rectangulaire et, lorsque B reposera sur la glabelle et que A reposera sur le sommet de l'angle facial, la tige KNI sera toujours parallèle à la ligne faciale AB.

Maintenant prolongeons le cadran CD de la figure 44 assez bas pour qu'il soit atteint par l'extrémité I de l'aiguille AI; ou, ce qui revient au même, donnons à la tige AD du cadran une inclinaison égale à l'inclinaison de AI sur KN, et l'aiguille décrira sur ce cadran, dont le centre est toujours en A, des angles exactement égaux à ceux qu'elle décrirait si elle était perpendiculaire à KN. Pour graduer le cadran, on donnera d'abord à KN une direction perpendiculaire au plan du bord supérieur du ressort. L'aiguille AI aboutira alors à un point du cadran où l'on marquera 90 degrés; de là les degrés décroîtront de bas en haut comme dans le cas précédent (fig. 47).

Les goniomètres à aiguille oblique sont applicables sur le vivant et s'appliquent également très-bien sur le crâne. On peut donc adopter ce type d'une manière générale. Un seul et même instrument servira ainsi dans les deux cas; mais pour cela il faut en premier lieu rendre amovible la pointe qui fixe l'instrument sur le crâne afin de pouvoir l'enlever lorsqu'on opérera sur le vivant; en second lieu, il faut disposer le curseur de telle sorte qu'il puisse s'allonger ou se raccourcir de 5 millimètres, suivant qu'on emploie la pointe ou qu'on la supprime. La petite rallonge du curseur, mue par une roue à crémaillère, remplit cette dernière indication.

La figure 47 montre le goniomètre à aiguille oblique appliqué sur la tête.

Comme il faut prévoir le cas où une déformation pathologique, telle que l'hydrocéphalie, donnerait à l'angle facial une valeur

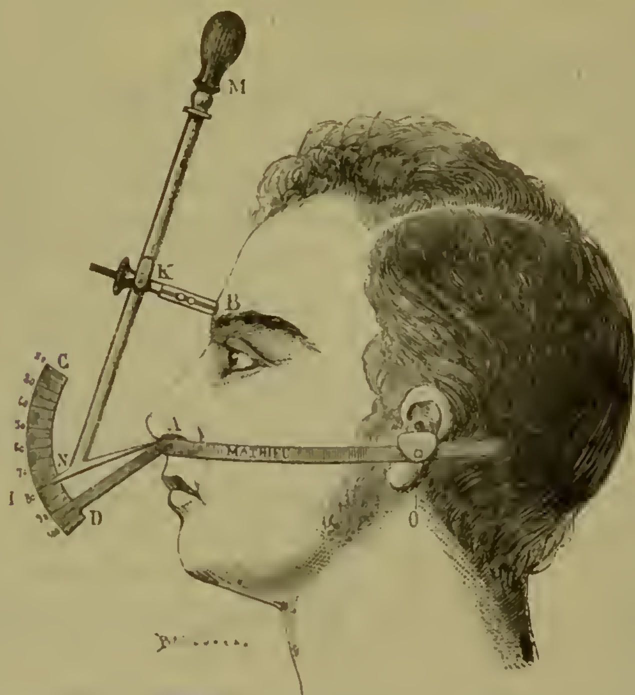


Fig. 47. — Le goniomètre médian à aiguille oblique appliqué sur le vivant. La tige AD, qui supporte le cadran, fait avec le plan OAO' un angle OAD égal l'angle INM, qui mesure l'obliquité de l'aiguille exploratrice sur la tige faciale NM.

plus grande que 90 degrés, on a prolongé le cadran au-dessous de sa tige AD jusqu'à 105 degrés, limite qui n'a été dépassée dans aucun cas connu.

Tel est le goniomètre facial médian. La description a pu en paraître longue, mais cet instument en réalité est beaucoup plus simple que les goniomètres latéraux. Il est plus facile à construire; sa précision égale celle du goniomètre en cuivre de Jacquart, et son prix est notablement inférieur à celui de mon goniomètre en buis. Ce premier avantage n'est pas à dédaigner; mais ce qui fait surtout la supériorité du nouveau goniomètre, c'est la facilité et la rapidité de l'application.

Sur le crâne sec, l'opération dure à peine dix secondes, sans

la moindre précipitation. Elle ne dure pas plus longtemps que la mensuration d'un diamètre ou d'une circonférence. L'obstacle qui nuisait à l'étude de l'angle facial est donc supprimé.

Sur le vivant, la mensuration est plus rapide encore. Ici il ne s'agit pas seulement d'économiser le temps de l'observateur, il importe surtout de ne pas lasser la patience du sujet. Aucun voyageur n'ignore qu'il est souvent difficile de décider les indigènes d'un pays étranger à se laisser mesurer la tête ; ils supportent assez bien l'application des rubans métriques, des compas ; mais celles des goniomètres ordinaires les fatigue et les effraye. Pendant qu'on adapte le cadre autour de leur tête, qu'on enfonce les tourillons dans leurs oreilles, qu'on fait jouer les pièces articulées, et qu'on tatonne pour assurer le parallélisme des plans, les sujets s'imaginent volontiers qu'on pratique sur eux quelque opération diabolique. A cette inquiétude se joint en outre la sensation désagréable et quelquefois douloureuse produite par les tourillons auriculaires, car ceux-ci, supportant le poids de l'instrument et fournissant le point d'appui ne peuvent être fixés que par une pression assez forte. J'ai vu plus d'une fois dans notre propre pays des paysans et des ouvriers se lever avec impatience avant la fin de l'opération, et décourager leur camarades. Cet inconvénient se produit à plus forte raison lorsqu'on étudie des sauvages dont on ne connaît pas la langue. Avec le goniomètre médian, l'opération se fait en un tour de main. Les tourillons, adaptés sur un ressort qui tend à les écarter, n'exercent aucune pression sur le conduit auditif ; ils servent à diriger l'instrument, et non à le fixer, car le ressort, dont le poids est d'ailleurs minime, est soutenu par la main de l'opérateur. Il n'y a donc aucun motif pour que le sujet s'impatiente, ou qu'il se décourage. Cet avantage pratique me paraît décisif.

Ajoutons que la pression des goniomètres latéraux ne porte pas seulement sur les conduits auditifs. La barre transversale vient en outre exercer une certaine pression sur la partie supérieure de la lèvre ; si elle se bornait à affleurer le point sous-nasal, le cadre glisserait sur la lèvre ; elle doit donc déprimer quelque peu celle-ci. Il n'en résulte aucun désagrément pour le sujet, mais cette dépression des parties molles enfonce le point

sous-nasal, et fait reculer par conséquent le sommet de l'angle facial d'une quantité variable qui peut aller de 1 à 3 millimètres. Or, si l'on suppose que l'angle facial soit de 75 degrés, et que la longueur de la ligne faciale soit de 8 centimètres, l'erreur produite par un recul de 3 millimètres dépassera 2 degrés. Et, en effet, tous ceux qui ont essayé de mesurer plusieurs fois de suite l'angle facial sur le même sujet, savent qu'ils obtiennent toujours des écarts de 1 à 2 degrés. Le goniomètre médian fait disparaître cette cause d'erreur, parce que le ressort, tendant toujours à se porter en avant et non à déprimer les chairs, ne fait qu'affleurer le point sous-nasal.

Signalons maintenant les avantages particuliers que présente le goniomètre médian au point de vue craniométrique, et disons d'abord en passant qu'on peut l'appliquer sur les crânes les plus fragiles sans s'exposer à voir la lame antérieure du conduit auditif se briser sous la pression des tourillons auriculaires, accident que produisent quelquefois les tourillons des goniomètres latéraux. Ceux-ci ne peuvent être fixés que par une pression assez forte, qui agit principalement sur la paroi antérieure du conduit auditif, car les tourillons, fixés sur deux branches parallèles et rigides, ont une direction parfaitement transversale, tandis que les conduits auditifs sont légèrement obliques d'arrière en avant et de dehors en dedans. Il y a même des cas où cette obliquité est assez prononcée pour qu'il devienne très-difficile, même en augmentant la pression, de maintenir en place les goniomètres latéraux. Les tourillons du goniomètre médian comme on l'a vu plus haut, exercent une pression beaucoup plus faible, et en outre les branches sur lesquelles ils sont fixés ne sont pas rigides, mais flexibles et susceptibles de se prêter à l'obliquité variable du conduit auditif. On peut donc appliquer l'instrument en toute sécurité, quel que soit le degré de fragilité des crânes. On appréciera cet avantage dans l'étude des crânes préhistoriques, dont le tissu n'offre souvent que très peu de résistance. On sait en outre que les crânes anciens sont très souvent privés de l'un de leurs os temporaux, car, lorsque le crâne repose dans la sépulture sur une de ses faces latérales, ce qui est très commun, l'os temporal inférieur, qui est en contact avec le sol, s'altère et se détruit en général plus rapidement que l'autre.

Dans ces cas, qui sont très fréquents, l'application des goniomètres latéraux ordinaires est impossible. On pourrait les remplacer par le demi-goniomètre, mais alors il faudrait avoir deux instruments, l'un pour le côté droit, l'autre pour le côté gauche, tandis que le goniomètre médian s'applique aisément, quel que soit le côté mutilé. On remarquera, en effet, que la position du ressort est suffisamment déterminée par un seul tourillon auriculaire; le second tourillon facilite l'opération et dispense l'opérateur de veiller à la symétrie de l'instrument; mais, avec un peu d'attention, on peut très bien, lorsqu'un tourillon est en place, replier le ressort sur l'autre côté du crâne dans une position symétrique.

Le goniomètre médian offre des avantages d'un ordre plus général, auprès desquels ceux qui précèdent sont de peu de poids. Pour les faire ressortir, je suis obligé de me reporter au mémoire que M. Topinard vient de publier dans le dernier numéro de la *Revue d'anthropologie* (1).

Dans ce mémoire, où la plus saine critique s'allie à des recherches personnelles très étendues, M. Topinard a exposé l'histoire, je dirai presque les vicissitudes de l'angle facial. Pierre Camper, se plaçant exclusivement au point de vue de la morphologie artistique, traçait sur les desseins représentant le profil de la tête, deux lignes, l'une qu'il considérait comme horizontale, et qu'il tirait du conduit auditif au bord inférieur du nez; l'autre, qu'il appelait la ligne *faciale*, et qui s'étendait de la saillie de la glabelle au bord inférieur de la lèvre supérieure. Ces deux lignes interceptaient *l'angle facial*; mais, comme elles étaient entièrement indépendantes l'une de l'autre, le point où elles se coupaient ne pouvait présenter aucune fixité. En d'autres termes, l'angle facial était déterminé par la direction de deux lignes, mais son sommet ne reposait pas sur un point de repère précis; ce n'était qu'un sommet virtuel.

Sur le vivant, toutefois, ce point correspondait le plus souvent au point que nous appelons aujourd'hui *sous-nasal*, c'est-à-dire à l'union de la sous-cloison du nez et de la lèvre supérieure; et lorsqu'il n'y tombait pas exactement, il ne s'en éloignait que

1. Paul Topinard. *Étude sur Pierre Camper et sur l'angle facial dit de Camper*, dans *Revue d'anthropologie*, 1874, n° 2, t. III, p. 193-222.

très peu. L'angle mesuré par Camper, sur les dessins de profil du visage, ne différait donc pas sensiblement de celui qu'on a mesuré depuis lors avec des goniomètres, en plaçant sur le point sous-nasal la branche qui marque le sommet de l'angle. Ainsi, quoique le sommet de l'angle de Camper soit virtuel, on trouve sur les parties molles de la face un point de repère qui le représente avec une approximation parfaitement suffisante.

Mais sur le squelette il en est tout autrement : Camper, pour montrer la signification anatomique du caractère morphologique qu'il étudiait, plaçait l'un près de l'autre deux dessins représentant, l'un le profil d'une tête, et l'autre le profil du crâne correspondant. L'un de ces deux dessins au moins était schématique, et ils l'étaient parfois l'un et l'autre. Sur tous deux, Camper tirait les mêmes lignes, interceptant le même angle facial. Il fallait pour cela que les deux lignes crâniennes eussent la même direction que les deux lignes céphaliques; il s'agissait donc de trouver sur le squelette des points de repère correspondant à ceux des parties molles. Pour ce qui concerne la ligne faciale (fig. 48, FF), Camper pris pour point de repère, en haut le point le plus saillant de la glabelle osseuse, en bas le bord inférieur des incisives; le point supérieur reculait ainsi d'une quantité égale à l'épaisseur de la peau de la glabelle; et le point inférieur reculait à peu près autant, puisque le bord du lobule médian de la lèvre supérieure se trouve un peu en avant du bord des incisives. La ligne faciale crânienne de Camper était donc assez exactement parallèle à sa ligne faciale céphalique.

Pour retrouver sur le crâne le second côté de l'angle facial, Camper remarqua que la sous-cloison du nez va s'insérer sur l'épine nasale, et qu'en outre le conduit auditif cartilagineux s'insère sur le conduit auditif osseux; il fit donc partir son horizontale crânienne du bord antérieur de ce dernier conduit, et lui donna l'épine nasale D pour second point de repère; il obtint ainsi une ligne HH', qui coïncidait aussi exactement que possible avec son horizontale céphalique.

De la sorte, l'angle facial crânien et l'angle facial céphalique avaient à peu près la même valeur, et la mensuration de l'un pouvait suppléer à celle de l'autre.

Mais cet angle facial crânien ne se mesurait que sur les des-

sins. car son sommet ne correspondait à aucune partie du squelette. La ligne faciale passant presque toujours en avant de l'épine nasale, il fallait prolonger l'horizontale au-delà de cette épine pour la mener jusqu'à la rencontre de la faciale ; non-seulement le sommet était virtuel, mais encore il se trouvait placé à une distance très variable des points de repère ostéologiques. La position de ce sommet est indiquée à la lettre A, sur la figure 48.

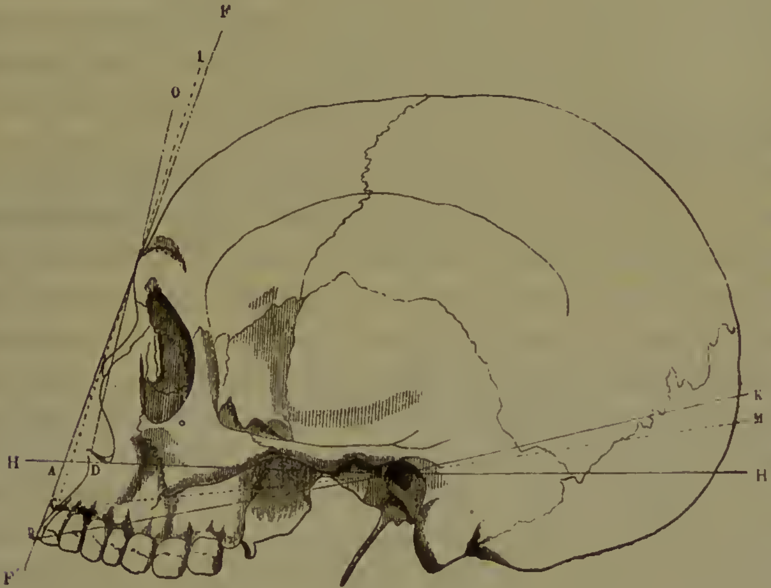


Fig. 48. — Les divers angles faciaux. — HH', l'horizontale de Camper passant par le point sous-nasal D ; FF', la ligne faciale de Camper ; FAH, l'angle de Camper. Le sommet de cet angle, A, est un point virtuel. — FBK, angle de Geoffroy Saint-Hilaire et Cuvier ; le sommet de cet angle est en B, sur le tranchant des incisives. — LCM, angle de Cloquet. Le sommet de cet angle est en C, sur le bord alvéolaire. — ODH, angle de Jacquart Le sommet de cet angle est en D, sur l'épine nasale. (Sur ce dessin de profil les trois lignes HH', BK et CM paraissent passer par le conduit auditif externe ; mais elles sont dans le plan médian du crâne, et passent par le milieu de l'axe biauriculaire.)

Les craniologistes se trouvèrent donc très embarrassés, lorsqu'ils voulurent mesurer sur le crâne l'angle facial de Camper. Ne pouvant fixer leurs instruments sur un sommet virtuel, situé hors du squelette, ils prirent le parti de déplacer ce sommet et de le reporter sur un point de repère anatomique. Les uns le firent descendre sur le bord inférieur des incisives, ou sur le

bord alvéolaire; les autres le firent reculer jusque sur l'épine nasale.

Ceux qui adoptèrent l'angle facial *alvéolaire* (voir fig. 48, angle LCM) ou l'angle facial *dentaire* (fig. 48, angle FBK) n'avaient pas la prétention d'obtenir des mesures comparables à celles de Camper. Ils savaient très bien qu'en abaissant de 2 à 3 centimètres le sommet de l'angle, ils le diminuaient beaucoup; car la direction de la ligne faciale restait la même, tandis que celle de la ligne auriculo-faciale devenait très oblique. Les deux angles dont il s'agit reçurent donc des noms spéciaux; on ne les confondit presque jamais avec l'angle de Camper, et peu d'auteurs d'ailleurs s'attachèrent à les étudier, quoiqu'ils fussent loin d'être sans intérêt.

L'angle facial qui prévalut en craniologie fut celui que M. Topinard appelle *l'angle de Jacquart*. Morton, l'inventeur du premier goniomètre facial, s'était pénétré des principes de Camper et s'était efforcé d'obtenir, à l'aide d'une planchette spéciale qui passait comme un pont au-devant de l'épine nasale, la direction de la vraie ligne faciale de Camper; le sommet de l'angle correspondait en un point de la planchette, mais à une hauteur variable, et le défaut de fixité de ce point rendait la mensuration de l'angle incertaine, de sorte que le même observateur, appliquant l'instrument plusieurs fois sur un même crâne, trouvait des différences notables. Pour obvier à cet inconvénient, M. Jacquart chercha un point d'appui sur le squelette, et fit construire un goniomètre beaucoup plus précis, dont la branche transversale reposait sur l'épine nasale. Les mensurations devinrent ainsi très-faciles et très-correctes; mais l'angle mesuré n'était plus celui de Camper. En faisant reculer le sommet sur l'épine nasale, M. Jacquart n'avait nullement modifié l'horizontale de Camper; ce qui était changé, c'était la direction de la ligne faciale : celle-ci devenait beaucoup moins oblique; l'angle facial par conséquent se trouvait plus grand (voir fig. 48, angle ODH).

M. Jacquart s'est-il aperçu de ce changement? Il est permis d'en douter. Ce qui est certain, c'est que, depuis l'invention de son goniomètre, les craniologistes ont toujours cru mesurer l'angle de Camper, tandis qu'ils ne mesuraient que l'angle de

Jacquart. Les différences si remarquables qui résultent de l'obliquité des alvéoles et des dents, différences qui faisaient presque toute la valeur de l'angle de Camper, échappent complétement à l'action du goniomètre ainsi appliqué sur le crâne, tandis qu'elles influent beaucoup sur les résultats lorsque ce même goniomètre est appliqué sur le vivant. Dans ces conditions les angles craniométriques cessent d'être comparables aux angles céphalométriques ; on les a comparés cependant, souvent même on les a confondus, et il en est résulté des incertitudes et des contradictions qui ont beaucoup contribué à discréditer l'angle facial.

Cet inconvénient disparaîtra le jour où il sera bien entendu que l'angle de Jacquart est entièrement différent de l'angle de Camper, et qu'il ne mesure pas le même caractère. L'angle de Camper sert à apprécier plus ou moins correctement le degré du *prognathisme général*, dont le *prognathisme alvéolaire* est le facteur principal : l'angle de Jacquart ne concerne que le *prognathisme nasal* ou maxillaire, dont l'étude, quoique moins importante, n'est pourtant pas sans intérêt. Les recherches récentes de M. Topinard tendent, il est vrai, à réduire singulièrement la valeur qu'on avait dans l'origine attribuée à l'angle de Jacquart, et je crois cette critique fondée jusqu'à un certain point ; mais elle n'est peut-être pas sans appel, attendu qu'elle s'adresse aux indications fournies par les goniomètres latéraux, et que ceux-ci, quelque parfaits qu'ils soient, ne mesurent pas l'angle de Jacquart d'une manière correcte.

En théorie, le point sous-nasal, choisi par M. Jacquart pour donner un sommet fixe à l'angle facial, occupe le milieu du bord inférieur de l'ouverture des narines antérieures, là où s'arrête le plancher des fosses nasales et où commence le plan descendant de l'arcade alvéolaire. Or, ce point peut rarement être abordé par la branche transversale des goniomètres latéraux. Il est ordinairement masqué par une saillie osseuse, l'*épine nasale*, qui est probablement la partie la plus variable du squelette : tantôt ce n'est qu'une toute petite saillie, à peine perceptible ; tantôt c'est une véritable apophyse, dont la longueur, l'épaisseur, la hauteur et la direction présentent des différences énormes. Il n'est pas rare qu'elle se relève à plusieurs milli-

mètres au-dessus du plancher des fosses nasales. Elle est, il est vrai, le plus souvent horizontale, mais elle peut se porter à 4, 5 millimètres et plus, en avant de la colonne alvéolaire. Si l'on appliquait alors la branche transversale du goniomètre sur le sommet de cette épine, on reporterait le sommet de l'angle facial bien en avant du sommet du point sous-nasal, et cet angle pourrait être diminué de plus de 3 degrés. On est donc obligé de placer la branche sur la face antérieure de l'arcade alvéolaire, *au-dessous* de la saillie de l'épine nasale; mais, comme la base de cette épine a souvent 5 millimètres de hauteur, quelquefois davantage, le sommet de l'angle se trouve reporté beaucoup trop bas, et l'angle est encore diminué de plusieurs degrés.

Dans de pareilles conditions, il n'est pas étonnant que l'étude de l'angle de Jacquart n'ait donné jusqu'ici que des résultats peu satisfaisants, et peu conformes surtout à ceux que l'on attendait. On sait par exemple que, dans le parallèle des blancs et des nègres, l'angle de Camper figure au nombre des caractères les plus importants, ou du moins les plus célèbres; cet angle est, dit-on, de 80 à 85 degrés chez l'Européen et de 70 degrés seulement chez les nègres; or M. Topinard, après avoir mesuré sur près d'un millier de crânes l'angle de Jacquart (avec l'instrument même de Jacquart), a trouvé que la moyenne des nègres s'élève à 75°,24, tandis que celle des Européens ne dépasse pas 77°,67. La différence entre les deux races se réduit donc à 2 degrés et demi, chiffre inférieur à l'étendue des erreurs qui résultent des variétés de direction et de volume de l'épine nasale.

M. Topinard s'est naturellement demandé s'il valait la peine, pour constater des différences aussi faibles, de maintenir l'angle de Jacquart sur les cadres craniométriques; mais il me paraît certain que ces différences sont plus fortes en réalité que ne le font croire les indications fournies par les goniomètres latéraux. On sait en effet que l'épine nasale est beaucoup plus développée chez les blancs que chez les nègres; il y a même certains crânes de nègres où elle est à peine visible. La diminution que l'angle de Jacquart subit par suite de la saillie de l'épine nasale, est donc légère chez les nègres et forte au contraire chez les blancs,

et la différence que l'on constate entre les deux races s'accroîtrait certainement d'une manière notable, peut-être de 2 à 3 degrés, si l'on pouvait faire abstraction des variations de l'épine nasale, si l'on pouvait en d'autres termes placer le sommet de l'angle sur le véritable point sous-nasal ostéologique. Cela est impossible avec les goniomètres latéraux, mais le goniomètre médian permet d'atteindre ce but avec facilité, et c'est là son plus grand avantage.

On n'a pas oublié que, sur la face concave du ressort, au niveau même du centre du cadran, s'implante une pointe d'acier longue de 5 millimètres. Cette longueur est presque toujours supérieure à celle de l'épine nasale. Lorsque l'épine est horizontale ou descendante, ce qui est le cas le plus ordinaire, on implante la pointe sur le bord supérieur de sa base, et la mensuration du véritable angle de Jacquart se fait avec la plus grande précision. Dans le cas exceptionnel où l'épine nasale est plus longue que la pointe, on implante celle-ci le plus près possible de la base; entre la base, préalablement marquée au crayon, et l'implantation de la pointe, il reste un intervalle de quelques millimètres, que l'on mesure aisément; supposons que cet intervalle soit de 3 millimètres; il suffira alors d'allonger de 3 millimètres le curseur KB de la figure 35, pour que la tige MN redevienne parallèle à la ligne faciale, et pour que la mensuration soit correcte encore. (On n'a pas oublié que ce curseur KB est susceptible de s'allonger ou de se raccourcir à l'aide d'une rallongue graduée.) Reste enfin le cas où l'épine nasale n'est ni horizontale, ni descendante, mais ascendante. Le véritable point sous-nasal ostéologique est alors inaccessible à la pointe, mais on trouve toujours, à 2 ou 3 millimètres de la ligne médiane, sur le côté de la base de l'épine nasale, un point qui indique exactement le niveau du point sous-nasal. On y fixe la pointe. Le cadran se trouve ainsi reporté un peu en dehors du plan médian du crâne; la légère déviation qui tend à se produire, est corrigée aisément grâce à la flexibilité du ressort; on s'assure que le plan du cadran est exactement parallèle au plan médian du crâne, et on mesure l'angle comme dans les cas ordinaires.

Le goniomètre médian permet donc de faire disparaître les causes de l'erreur que les goniomètres latéraux rendent inévi-

table, et de soustraire l'angle de Jacquart à l'influence des conditions intrinsèques qui en altèrent la valeur.

On peut en outre tirer parti de cet instrument pour mesurer sur le crâne d'autres angles plus ou moins analogues à l'angle facial, et indiquant comme lui l'inclinaison d'une ligne du profil sur un plan qui passe par les deux conduits auditifs. Ainsi, après avoir mesuré l'angle de Jacquart, on peut reporter la pointe sur le bord des alvéoles, et puis sur le bord des incisives, et mesurer en trois ou quatre secondes l'angle facial alvéolaire et l'angle facial dentaire. Les goniomètres latéraux donnent aussi ces deux mesures, mais beaucoup plus lentement. Si, sur un dessin de profil, on tire une ligne du point auriculaire à la suture fronto-nasale, cette ligne représente assez exactement la direction de la base du crâne ; il peut être intéressant d'étudier l'angle que font avec ce plan les diverses lignes du profil, par exemple une ligne tirée de la suture fronto-nasale au bregma, et exprimant la direction générale de l'écaille de l'os frontal; cet angle ou tout autre analogue peut être mesuré aisément et rapidement à l'aide du goniomètre médian.

Ce goniomètre enfin permet de mesurer sur le crâne le véritable angle de Camper, dont le sommet, comme on l'a vu plus haut, ne correspondant à aucun point de repère, est purement virtuel. Je rappelle que la ligne faciale de Camper, tirée de la glabelle au bord dentaire, passe toujours en avant de la base, souvent même en avant de la pointe de l'épine nasale (voir fig. 48), et que dès lors il est sinon absolument impossible, du moins extrêmement difficile d'arrêter la branche latérale des goniomètres latéraux sur le sommet de l'angle de Camper. Morton l'avait essayé avec peu de succès ; M. Jacquart y a renoncé; mais on peut y parvenir aisément au moyen du goniomètre médian.

Pratiquons dans une petite règle de bois une fenêtre assez large pour laisser passer les os du nez, appliquons cette règle sur la glabelle et sur le bord dentaire ; elle donnera l'exacte direction de la ligne faciale de Camper. Pendant qu'elle est en place, mesurons en millimètres la longueur de la perpendiculaire abaissée de la base de l'épine nasale sur le plan de la règle ; nous trouvons ainsi, par exemple, que la ligne faciale passe à

8 millimètres en avant de cette base. Nous savons déjà que la pointe de notre goniomètre a 5 millimètres. Si donc nous l'implantons sur l'épine nasale à 3 millimètres en avant de la base, nous serons certains que le centre du cadran correspond au sommet de l'angle de Camper.

Dès lors, il suffira de faire mouvoir la rallonge du curseur KB, de manière à l'augmenter de 3 millimètres, pour rendre la tige MN, qui supporte l'aiguille, parallèle à la ligne faciale.

La ligne faciale de Camper peut passer plus en avant ; elle peut aussi passer plus en arrière; quelquefois même elle recule jusque tout près de la base de l'épine nasale ; toute personne possédant les notions les plus élémentaires de la géométrie pourra combiner l'implantation de la pointe et la longueur du curseur KB, de manière à rendre toujours la tige MN parallèle à la ligne faciale.

Mais quelquefois le sommet de l'angle facial est situé à une telle distance en avant de la base du nez que, lorsqu'on y pose le centre du cadran, la pointe, dont la longueur est de 5 millimètres, ne peut atteindre aucun point de l'épine nasale. On peut, dans ces cas, qui sont exceptionnels, coiffer la pointe d'une pointe plus longue; et même sans cela, on peut, en appuyant la main gauche sur les deux côtés du ressort, à quelques centimètres du cadran, fixer celui-ci, sans le secours de la pointe, à une distance déterminée en avant de la base de l'épine nasale : cette distance, mesurée en millimètres lorsque la planchette était en place, est mesurée de nouveau lorsque le ressort est appliqué, et la mensuration de l'angle se fait alors comme dans les cas précédents.

La mensuration du véritable angle de Camper est un peu moins simple que celle des autres angles faciaux ; mais elle exige seulement quelques secondes de plus ; elle est d'ailleurs facile et correcte, tandis qu'elle serait presque impossible, et en tous cas très-longue et très-incertaine, si on cherchait à la pratiquer avec les goniomètres latéraux.

Le goniomètre médian fournit donc ici aux craniologistes une ressource nouvelle. Les résultats de la mensuration de cet angle pourront être comparés avec ceux que l'on obtient sur le vivant, et c'est un avantage réel.

Ces résultats auront-ils au point de vue de la craniologie pure une importance suffisante? Je ne puis l'affirmer encore ; ce que je puis dire toutefois, c'est qu'ils seront beaucoup plus significatifs que ceux que donne l'angle de Jacquart.

C'est contre ce dernier angle que M. Topinard a dirigé toute son argumentation. Il n'a pas entièrement négligé l'angle de Camper ; ne pouvant le mesurer directement sur le crâne avec les goniomètres latéraux, il l'a du moins mesuré à l'aide d'un rapporteur, sur 78 dessins stéréographiques de l'album de mon laboratoire. Or les chiffres qu'il a obtenus ne sont nullement a dédaigner, car il a trouvé que l'angle de Camper, donnant sur les crânes français une ouverture de 75°,40, descendait chez les nègres à 69,78, et chez les Nubiens à 67,80, ce qui établit une différence de 6 à 7 degrés entre le type caucasique et le type éthiopique. En mesurant l'angle de Jacquart sur les mêmes dessins, il a trouvé chez les Français 77,02, chez les nègres 75,78, chez les Nubiens 74,70, de sorte que la différence entre les deux types n'est plus que de 2 à 3 degrés. C'est la faiblesse de ce dernier chiffre différenciel qui a découragé notre collègue, et qui l'a conduit à dire que l'angle facial n'avait aucune valeur craniologique. J'avais déjà porté l'année dernière un jugement analogue, sans y être autorisé par des recherches aussi étendues que les siennes. Mais j'aurais parlé autrement si j'avais connu les chiffres qui concernent le véritable angle de Camper craniométrique, car un angle qui présente du blanc au nègre une différence de 6 degrés ne saurait être considéré comme insignifiant.

J'ajoute, au surplus, que, pour admettre dans les cadres craniométriques une mesure angulaire ou autre, il n'est nullement nécessaire qu'elle se rapporte à un caractère de valeur sériaire. Si l'on n'étudiait que les caractères qui établissent le degré de supériorité ou d'infériorité des diverses races humaines, on n'en étudierait qu'un bien petit nombre. La classification hiérarchique des races ne constitue pas, tant s'en faut, toute l'anthropologie. Cette branche de l'histoire naturelle doit procéder comme les autres par voie de description, et une description exige la connaissance de tous les caractères, de ceux qui sont communs à plusieurs groupes aussi bien que de ceux qui les

distinguent. A ce titre, l'angle de Jacquart mérite d'être conservé, puisqu'il fait connaître un caractère intéressant : le degré d'obliquité de la partie supérieure de la face. Si ce caractère ne présente dans les diverses races humaines que des différences peu étendues, il ne nous aidera pas à les classer ; mais alors il nous servira à distinguer le type de l'homme en général de celui des autres animaux, ce qui n'est nullement à dédaigner. C'est peu de chose, sans doute, auprès de l'importance prépondérante que l'on accordait autrefois à l'angle facial, et il ne vaudrait peut-être pas la peine de consacrer beaucoup de temps à l'étude d'un caractère qui est descendu du premier rang au second ; mais l'application du goniomètre médian est si facile et si rapide, qu'il n'y a plus lieu de reculer devant les objections que M. Topinard a développées dans son intéressant mémoire.

SUR LA FAUSSETÉ

DES RÉSULTATS CÉPHALOMÉTRIQUES OBTENUS A L'AIDE DU

CONFORMATEUR DES CHAPELIERS

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 3 série, t. II, 1879, p. 101-106.)

Il me semble nécessaire de mettre les observateurs en garde contre une illusion très répandue, qui a bien souvent joué de mauvais tours à nos correspondants.

On trouve chez la plupart des chapeliers de petites découpures sur carton, qui ont été obtenues à l'aide d'un instrument appelé le *conformateur*, et qui servent de repère dans la confection des chapeaux. Croyant, comme les chapeliers eux-mêmes, que ces découpures sont des réductions géométriques de la circonférence de la tête, beaucoup d'anthropologistes ont cru pouvoir les utiliser. Leurs formes parfois étranges paraissent révéler des types nouveaux et remarquables. On nous en envoie donc sans cesse d'un grand nombre de pays étrangers, et plusieurs auteurs ont perdu leur temps à préparer des mémoires qui n'avaient pas d'autre fondement.

Je ferai remarquer d'abord que la circonférence de la tête au niveau de l'entrée du chapeau est toute différente de la courbe étudiée en céphalométrie et en craniométrie sous le nom de *circonférence horizontale*. Celle-ci passe immédiatement au-dessus des sourcils ; celle-là passe beaucoup plus haut sur le front, au-dessus des bosses frontales ; elle varie avec la mode et avec la nature des coiffures. Les deux courbes ne sont donc, en aucun cas, comparables, et comme la première fait partie essentielle de la céphalométrie, l'étude de la seconde ne pourrait que donner lieu à une complication inutile et à des confusions continuelles. Mais ce qui est beaucoup plus grave, c'est que le conformateur donne des résultats complétement faux.

Il a déjà été question des découpures du conformateur, il y a dix-huit ans, dans une discussion de la Société (19 déc. 1861, et dans ce volume p. 482). Je les avais déjà étudiées et j'avais reconnu que le conformateur, réduisant tous les rayons, grands ou petits, d'une quantité à peu près égale, déformait énormément la circonférence de la tête et ne donnait qu'une caricature. L'expression était trop douce, car la caricature exagère certains caractères sans détruire la ressemblance, tandis que les cartons du conformateur sont obtenus par un moyen empirique qui dénature tous les caractères et abolit toute ressemblance. Ce sont des *négatifs* marquant les points où viennent s'arrêter des clavettes convergentes lorsque l'instrument est appliqué sur la tête, et permettant de remettre ces clavettes dans la même position, de manière à reproduire sur le même instrument la courbe *réelle* lorsqu'on a besoin de la forme; et ce qu'il y a de plus curieux, c'est que la même tête, prise deux fois de suite par le même chapelier, pourra donner deux négatifs très-différents, lesquels reproduiront pourtant l'un et l'autre sur l'instrument la même circonférence de la tête avec une parfaite exactitude.

En voici la preuve expérimentale. Je vous présente deux découpures obtenues d'après ma propre tête, par le même chapelier, avec le même instrument, à cinq minutes d'intervalle. Il n'y a rien de commun entre elles, si ce n'est que le diamètre antéro-postérieur est le même; tout le reste est entièrement différent. Toutes deux sont très asymétriques: l'axe antéro-postérieur, mené par les deux points médians improprement appelés foyers, les divise en deux moitiés très-irrégulièrement inégales; la moitié droite est beaucoup plus grande que la gauche sur l'une des découpures, et beaucoup plus petite sur l'autre. La région frontale est en outre bien plus étroite sur la première que sur la seconde. Personne, à coup sûr, ne se douterait que ces deux négatifs représentent la même tête, si l'on ne montrait pas leurs deux positifs qui sont absolument identiques et qui sont d'ailleurs tout à fait exacts, ainsi que vous pouvez le constater en les appliquant sur cette cinquième figure, qui reproduit la même courbe prise sur ma tête par le procédé de la lame de plomb.

Le chapelier qui a bien voulu faire sur moi cette expérience

s'est conformé aux instructions que je lui ai données. Il a dans les deux cas enfoncé le conformateur jusqu'au même niveau (l'identité des deux positifs en fait foi), mais la première fois il a, *au début*, appuyé plus fortement de la main droite, et la seconde fois plus fortement de la main gauche. En outre, il a la première fois appuyé au début un peu plus fortement sur le derrière de la tête, et la seconde fois sur le devant. C'est ce qui explique l'extrême asymétrie des deux découpures négatives. La courbe en effet se développe davantage dans les directions où la pression du premier instant est la plus forte.

(Pour faire comprendre la cause de ces différences en apparence si singulières, M. Broca démontre le mécanisme de l'instrument, en s'aidant de figures au tableau. Cette démonstration étant assez compliquée, et exigeant de nombreuses figures, il a paru inutile de la reproduire ici, puisqu'il s'agit d'un instrument qui doit rester étranger aux études anthropologiques.)

Maintenant, continue M. Broca, il est clair que, dans l'expérience faite sur ma tête, les conditions qui produisent l'asymétrie des négatifs du conformateur ont été artificielles. Si j'avais laissé le chapelier opérer à sa guise, les deux courbes auraient été moins asymétriques, elles l'auraient été dans le même sens, elles auraient été peu différentes l'une de l'autre, et le hasard aurait même pu faire qu'elles fussent égales. Il est clair en effet que chaque opérateur a son coup de main qui dépend d'une part de son habitude, d'une autre part, et surtout, de la force relative de ses deux mains. Mais si l'on change de chapelier, le coup de main n'est plus le même et le résultat, toujours invariable en ce qui concerne le chapeau, devient différent en ce qui concerne la courbe négative.

Il est assez rare que la tête soit tout à fait symétrique. Nous le savons d'après la mensuration du crâne sec, qui nous révèle presque toujours quelques différences entre le côté droit et le côté gauche; mais ces différences sont le plus souvent assez légères pour n'être pas apparentes à la vue, de sorte que la plupart des têtes, examinées à l'entrée du chapeau, paraissent à peu près symétriques. Or, lorsqu'on passe en revue chez un chapelier quelconque les découpures du conformateur, on voit, au contraire, que toutes ou presque toutes sont asymétriques, et

qu'elles le sont très souvent à un degré excessif. C'est parce que les chapeliers, comme les autres hommes, ont presque toujours une main plus forte que l'autre ; il en résulte que la main la plus forte surmonte *la première* la résistance des clavettes, et que la partie correspondante de la courbe négative se développe plus que celle du côté opposé. Pour appliquer le conformateur, le chapelier se place en face de son client ; sa main droite correspond ainsi au côté gauche de la tête, sa main gauche au côté droit, et comme c'est ordinairement la main droite qui est la plus forte, l'asymétrie de la découpure se produit ordinairement en faveur du côté gauche, avec d'autant plus d'intensité que les forces des deux mains sont plus inégales. Voilà ce qui a lieu lorsque la tête est naturellement symétrique ; lorsqu'elle est asymétrique, cette inégalité naturelle peut exister dans le même sens que l'inégalité artificielle, ou dans le sens opposé ; dans ce dernier cas l'asymétrie peut être plus ou moins dissimulée, dans le premier cas au contraire elle est exagérée, et c'est alors qu'elle paraît excessive.

Le degré d'asymétrie des découpures du conformateur est facile à constater, parce que deux pointes descendant du couvercle y piquent deux prétendus *foyers* qui déterminent un axe médian. On a pu croire d'après cela que ces découpures pouvaient servir à l'étude du développement relatif des deux moitiés de la tête. Dans le courant de l'année dernière il a été fait au Val-de-Grâce des recherches assez étendues sur ce sujet, et l'on a cru reconnaître ainsi que le côté gauche est en moyenne plus volumineux que le côté droit. Quelques mois auparavant, notre collègue M. Le Bon avait été conduit à la même conclusion par l'étude d'un grand nombre de découpures prises chez divers chapeliers. Ces résultats semblaient de nature à confirmer l'opinion que je professe depuis longtemps sur la prédominance fonctionnelle de l'hémisphère gauche du cerveau. Toutefois, lorsque M. Le Bon me les communiqua, je n'hésitai pas à les rejeter, sachant, d'après mes nombreuses pesées cérébrales, que s'il y a entre les deux hémisphères une différence de poids, elle n'est que très légère, et qu'elle est plutôt, en moyenne, en faveur du côté droit. Je fis alors remarquer à notre collègue que l'asymétrie des découpures était due au coup de main du chape-

lier, et il reconnut alors, en consultant ses relevés, que les découpures fournies par un certain chapelier donnaient en moyenne la prédominance au côté *droit*, tandis que le côté *gauche* prédominait en moyenne sur les découpures provenant des autres maisons. La confiance qu'il avait accordée au conformateur se trouvant ainsi ébranlée, il eut recours à une vérification décisive. Il mesura dans le laboratoire, sur les 125 crânes de la série des Parisiens modernes, la circonférence horizontale, en se servant de points de repère fixes qui permettaient de limiter rigoureusement la moitié droite et la moitié gauche, et il reconnut ainsi que, contrairement aux indications du conformateur, il y a en moyenne une légère différence en faveur du côté droit.

Cet exemple suffit pour montrer toute la fausseté des résultats fournis par le conformateur des chapeliers. Cet instrument très ingénieux, excellent dans la chapellerie, doit être absolument exclu de l'anthropologie. Comme la courte discussion de 1861 n'avait pas suffi pour éclairer à ce sujet nos correspondants, j'ai cru devoir insérer, dans la nouvelle édition des *Instructions générales*, qui est actuellement sous presse, un court article sur, ou plutôt contre cet instrument trompeur. Mais je n'ai pu y indiquer que très sommairement les motifs qui devaient faire rejeter cet instrument, me réservant de les exposer plus amplement dans la présente communication.

Le *conformateur*, inventé par M. Allié, chapelier à Paris, est dérivé du *formion*, que ce même fabricant avait inventé vers 1840 et à l'aide duquel on peut obtenir *en grandeur naturelle*, avec une exactitude suffisante, la circonférence de la tête. Les objections qui précèdent ne concernent que le conformateur. Quant au formion, il est d'un maniement très incommode, et quoique M. Harting (d'Utrecht) l'ait modifié avantageusement pour le rendre applicable à l'anthropologie, il reste encore bien inférieur aux autres moyens céphalographiques dont nous disposons.

SUR LE CYCLOMÈTRE

INSTRUMENT DESTINÉ A DÉTERMINER LA COURBURE DES DIVERS POINTS DU CRANE.

(*Bulletins de la Société d'anthropologie,* 2e Série T. IX. 1874, p. 676-686).

L'instrument que je vous présente permet de déterminer et d'exprimer par des chiffres le degré de courbure des divers points de la surface du crâne. Ce caractère, dont personne n'a méconnu l'importance, trouve place dans toutes les descriptions, mais sous une forme vague et toujours quelque peu arbitraire. Ainsi on dit que les bosses frontales ou pariétales sont saillantes ou qu'elles sont effacées, que les tempes sont renflées ou déprimées, que le vertex est très-convexe ou qu'il est presque aplati. Ces épithètes ne sont pas suffisantes ; elles rendent l'impression de l'observateur, mais ne se prêtent pas à des comparaisons rigoureuses, et le lecteur ne peut connaître le sens exact qu'il faut y attacher.

Il existe dans l'industrie plusieurs instruments dont on se sert pour mesurer le rayon de courbure d'une roue, d'un cylindre ou d'une sphère. L'année dernière, étudiant l'influence que les changements hygrométriques font subir à la conformation des os longs, des mâchoires inférieures et des côtes, influence déjà constatée par M. Welcker, j'achetai un de ces instruments, connu sous le nom impropre de *compas logarithmique*. C'est une sorte de glissière, dont les deux branches perpendiculaires, au lieu de se terminer en pointe comme celles de notre glissière ordinaire, se terminent brusquement par une coupe carrée, à 1 centimètre de leur base. On ouvre le compas, on applique la branche transversale sur la surface du cercle à mesurer, et on referme la glissière jusqu'à ce que les extrémités des deux branches per-

pendiculaires viennent affleurer la surface du cercle en deux points également distants du point de tangence. Lorsque la courbure est fable, c'est-à-dire lorsque le rayon de courbure est grand, l'arc compris entre les deux branches est long; lorsque

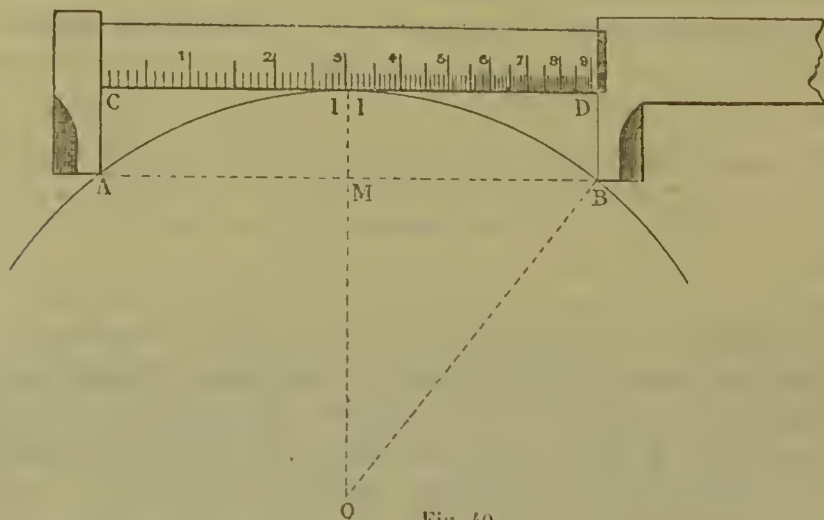


Fig. 49.

la courbure est plus forte, c'est-à-dire lorsque le rayon de courbure est plus petit, l'arc devient plus court. Le degré d'écartement des deux branches permet donc de constater la croissance ou la décroissance du rayon de courbure, et une graduation gravée sur la branche transversale CD donne immédiatement la longueur de ce rayon (fig. 49).

La graduation se fait expérimentalement, en appliquant successivement l'instrument sur des cercles de dimensions connues; mais on pourrait la faire géométriquement, car le rapport de la longueur mesurée CD (ou AB) à la longueur du rayon OI se déduit d'une formule très-simple. Si l'on désigne par a la longueur de la branche perpendiculaire CA, par $2n$ celle de la branche transversale CD (qui n'est autre que la corde de l'arc AB), et par r la longueur du rayon, on arrive aisément à la formule :

$$r = \frac{a^2 + n^2}{2a} \text{ ou } r = \frac{a}{2} + \frac{n^2}{2a}.$$

La graduation expérimentale, étant beaucoup plus rapide, et surtout plus à la portée des ouvriers, a reçu la préférence.

La formule montre que le rayon croît beaucoup plus rapidement que la ligne n, puisque la valeur de r est exprimée en fonction de la seconde puissance de n; par conséquent, les divisions de CD, qui correspondent à un même accroissement de r, vont en diminuant à mesure qu'on s'éloigne du point C, où est le zéro de l'échelle. Ces divisions décroissantes ressemblant beaucoup aux divisions logarithmique de la règle à calcul, l'instrument a reçu le nom de *compas logarithmique;* mais ce nom est inexact, les valeurs de r contenant une constante $\frac{a}{2}$ et n'étant pas dès lors proportionnelles aux carrés de n. Le nom de *cyclomètre* est dónc préférable.

Lorsque je voulus me servir du cyclomètre du commerce pour étudier les changements hygrométriques de la courbure des os, je reconnus bien vite qu'il ne pouvait servir à cet usage. Il a été construit pour mesurer des courbures exactement circulaires, et dès lors on a trouvé avantageux de donner aux branches perpendiculaires une longueur de 1 centimètre, qui permet d'embrasser un arc d'une assez grande étendue. Cela rend l'application de l'instrument plus facile, et en outre cela permet d'obtenir une échelle dont les degrés sont assez écartés pour qu'on puisse les graver sur la branche CD et les lire à l'œil nu. Mais il en résulte que l'instrument devient tout à fait trompeur lorsque la courbe que l'on étudie n'est pas parfaitement circulaire, et lorsque surtout cette courbe change entre les deux points extrêmes affleurés par les branches du compas. Or les courbures des os ne sont ni circulaires ni régulières; le cyclomètre ordinaire ne leur est donc pas applicable.

Je jugeai toutefois qu'un instrument de même nature, mais de dimensions combinées d'une autre manière, pouvait atteindre le but que je me proposais. Je fis donc construire le cyclomètre que je vous présente aujourd'hui; et j'en obtins des résultats satisfaisants, qui ont été consignés dans mes *Études sur les propriétés hygrométriques des crânes* (1).

Après m'être ainsi assuré de la valeur pratique de cet instrument dans les recherches toutes spéciales auxquelles il était

1. *Revue d'anthropologie*, 1874, t. III, p. 394 et 412, et dans ce volume p. 145 et 166.

destiné, j'ai reconnu qu'il pouvait recevoir une application plus générale, et qu'il pouvait être d'un grand secours aux craniologistes en faisant connaître le rayon de courbure des diverses régions du crâne. Il me paraît utile dès lors d'en publier la description.

Pour apprécier le degré de courbure d'une courbe en un point donné, les géomètres déterminent le rayon du *cercle osculateur*. Cette détermination se fait rigoureusement, c'est-à-dire par le calcul, pour les courbes algébriques ; les courbes crâniennes ne sont pas dans ce cas, mais l'emploi de certains instruments peut conduire au même but avec une approximation suffisante.

Quel que soit le point que l'on prenne sur une courbe quelconque, on peut y faire passer une infinité de cercles tangents à cette courbe et s'en rapprochant plus ou moins, mais n'ayant avec elle qu'un contact dit *de premier ordre*. Seul, le cercle osculateur présente *un contact de second ordre*, et il se confond presque entièrement avec la courbe dans les parties qui avoisinent ce point de contact. Un petit arc de courbe diffère donc infiniment peu de l'arc du cercle osculateur correspondant. La longueur de l'arc qui peut être ainsi considéré comme un arc de cercle, est d'autant plus grande que la partie de la courbe que l'on étudie offre une courbure plus faible, et qu'elle s'éloigne moins de la forme circulaire. Or les courbes crâniennes sont d'une part assez arrondies, et d'une autre part elles sont assez peu rapides ; la longueur des arcs d'osculation est donc suffisante pour se prêter à l'application des instruments, *mais à la condition expresse que ceux-ci n'embrassent que des arcs de peu d'étendue*. Le cyclomètre du commerce, le prétendu compas logarithmique, ne remplit pas cette condition ; on s'est proposé, au contraire, d'embrasser sur les cercles des arcs assez grands, et c'est pour cela qu'on a donné aux branches perpendiculaires 1 centimètre de longueur. Poursuivant une indication précisément inverse, j'ai fait réduire cette longueur à 1 milimètre. De la sorte, l'étendue de l'arc embrassé dépasse rarement 2 centimètres ; elle peut sans doute aller bien au delà ; cela se voit lorsque la courbure est très-faible ; mais la détermination du rayon de courbure reste toujours satisfaisante, parce qu'alors l'arc d'osculation devient de plus en plus grand.

Par suite de cette modification, il est devenu impossible d'indiquer sur la branche transversale du cyclomètre la longueur des rayons de courbure qui correspondent aux divers degrés d'écartement des deux branches perpendiculaires ; les divisions de la graduation ne trouveraient pas place dans une aussi petite étendue. Par exemple, un écartement de 18 millimètres correspond à un rayon de courbure de 41 millimètres ; et un écartement de 22 millimètres correspond à un rayon de 61 millimètres ; il faudrait donc pouvoir graver vingt divisions inégales et décroissantes entre le 18e et le 22e millimètre. On ne peut y songer, et on est obligé par conséquent de recourir à un autre procédé.

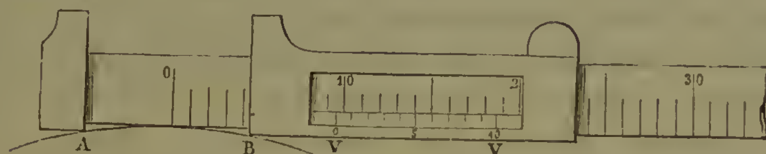


Fig. 50.

Le moyen que j'ai adopté consiste à graver sur la branche transversale (voir la figure 50) qui mesure l'écartement, une graduation millimétrique uniforme, dont la sensibilité est décuplée par un vernier, et à lire la longueur des rayons de courbure sur un tableau calculé à l'avance, où sont inscrites les valeurs des rayons correspondant à chaque degré d'écartement, c'est-à-dire à chaque valeur de n. Le tableau est calculé d'après la formule générale $r = \frac{a^2+n^2}{2a}$; et comme ici $a = 1$ millimètre, la formule devient $r = \frac{1+n^2}{2}$.

On n'a pas oublié que n est la moitié de l'écartement, c'est-à-dire la moitié de la corde de l'arc AB ; c'est cette corde que l'on mesure en millimètres ; il faudrait donc, pour avoir la valeur de n, prendre la moitié de la longeur mesurée. On évite ce petit calcul en adoptant le *double millimètre* comme unité de graduation. Le vernier VV' donne, comme toujours, dix divisions pour neuf ; il représente donc une longueur de 18 millimètres divisée en dix parties égales, et les fractions

qu'il indique ne sont que des dixièmes du double millimètre ; mais, tout étant doublé, ce sont, en réalité, des dixièmes de millimètre.

La graduation devant se lire en V, sur le zéro du vernier, le zéro de l'échelle bimillimétrique a été placé à une distance de A égale à BV.

La valeur de n contient le plus souvent des dixièmes de millimètre, que l'on ne doit pas négliger, car un seul dixième de millimètre de n peut produire sur la valeur de r une différence très-notable. Mais, si l'on avait inscrit sur le tableau toutes les valeurs de n de dixième en dixième de millimètre, la longueur des colonnes serait devenue excessive. On s'est donc borné à donner les valeurs de n de millimètre en millimètre ; les fractions plus petites s'obtiennent très-rapidement à l'aide de la colonne des *différences*, qui donne l'accroissement de r correspondant à un dixième de millimètre de n.

Le tableau comprend donc trois colonnes : celle des n, celle des r (rayons de courbure) et celle des différences.

On se sert du tableau de la manière suivante :

Lorsque la valeur de n est un nombre entier, 13 millimètres par exemple, on cherche dans la première colonne le nombre 13, et on trouve en face le nombre 85,0, qui donne la longueur du rayon de courbure.

Lorsque la valeur de n comprend en outre des dixièmes de millimètre, on prend d'abord la valeur de r qui correspond à la partie entière de n, puis on y ajoute le produit de la décimale de n multiplié par la différence inscrite dans la troisième colonne.

Par exemple, si $n = 13{,}7$, on voit que la différence correspondante est de 1,35, et l'on écrit :

Pour $n = 13$ $\quad r = 85.00$
Pour $n = 0,\ 7,\ r = 7 \times 1.35$ ou $r = 9.45$
Donc par $n = 13.7$ $\quad r = 94.45$

La seconde décimale est à négliger ; on inscrit donc seulement $r = 94{,}4$; on conserve la première décimale pour le cas où on aurait à calculer la moyenne d'une série de plusieurs crânes. Mais, lorsqu'on n'a à étudier qu'un seul crâne, on peut très-bien se contenter de la partie entière ; on dit alors que le rayon de courbure au point étudié est de 94 millimètres.

On peut ainsi exprimer par un chiffre obtenu très-rapidement le degré de convexité des diverses parties de la voûte du crâne. Les trois parties qui sous ce rapport présentent le plus d'intérêt, et sur lesquelles s'est fixée plus particulièrement l'attention des craniologistes, sont la bosse frontale, la bosse pariétale et la partie supérieure de l'écaille temporale. On peut y joindre le vertex, région assez mal déterminée, qui correspond en général au tiers antérieur de la suture sagittale. Pour appliquer le cyclomètre sur les bosses frontales et pariétales, on marque d'abord sur chacune d'elles avec un crayon le point qui paraît constituer le centre de la saillie. Lorsque celle-ci est très-accusée, la situation du point central n'est pas douteuse. Lorsque, au contraire, la bosse ne se détache pas du contour général du crâne, la détermination du point central est plus ou moins incertaine; mais, comme alors la courbure se maintient dans une certaine étendue sans changement appréciable, la marque peut être quelque peu déplacée sans qu'il en résulte une cause d'erreur.

Le degré de renflement ou d'aplatissement de la région temporale constitue l'un des principaux caractères de la conformation du crâne. Pour exprimer ce caractère au moyen du cyclomètre, et pour rendre le résultat comparable, il faut convenir d'un point de repère. Le point qui me paraît le plus convenable est le point temporal de Welcker, placé à l'intersection de la circonférence horizontale et de la circonférence transversale biauriculaire. Ce point est en général situé sur la partie supérieure de l'écaille temporale.

On peut choisir également, pour apprécier la courbure du vertex, un point situé sur la partie antérieure de la suture sagittale, à 3 centimètres environ en arrière du bregma.

Les deux bosses frontale et pariétale, le point temporal et le point du vertex me paraissent les seuls qui méritent d'être mentionnés dans la craniologie générale; mais il est clair que dans une description particulière la forme plus ou moins exceptionnelle de certaines régions, le défaut de symétrie de deux parties homologues, peuvent être déterminés aisément à l'aide du cyclomètre.

La courbure de certaines saillies est souvent plus forte dans

un sens que dans un autre ; il n'est donc pas indifférent d'appliquer le cyclomètre dans telle ou telle direction. La direction antéro-postérieure me paraît celle qui donne les résultats les plus significatifs. On pourrait convenir que le mot *rayon de courbure* sans autre qualification désigne le rayon de la courbure obtenue lorsque la branche transversale du cyclomètre est placée suivant la longueur du crâne ; et on dirait *rayon de courbure transversale* lorsque le cyclomètre serait placé suivant une direction perpendiculaire à la première.

J'ai déjà dit que le cyclomètre n'indique avec quelque exactitude le degré de courbure d'une courbe qu'à la condition d'embrasser seulement un arc de peu d'étendue. C'est pour cela que j'ai réduit à 1 millimètre la longueur des deux branches perpendiculaires. Mais il y a deux courbes que des branches aussi courtes ne permettent pas d'explorer : ce sont la courbe des arcades alvéolaires et celle de la symphyse du menton. La partie de ces courbes qui avoisine la ligne médiane ne donne souvent aucune idée de leur disposition générale; il faut pouvoir faire abstraction des déformations qui suivent la chute d'une ou deux dents, de la saillie si variable de l'éminence mentonnière, de la largeur non moins variable de la partie plane qui correspond en général aux deux incisives médianes, et il faut pour cela que les branches perpendiculaires du cyclomètre soient assez longues pour aller atteindre de chaque côté la courbe des mâchoires à une certaine distance de la ligne médiane. Cela exige l'emploi d'un second cyclomètre dont les branches doivent avoir 5 milli-

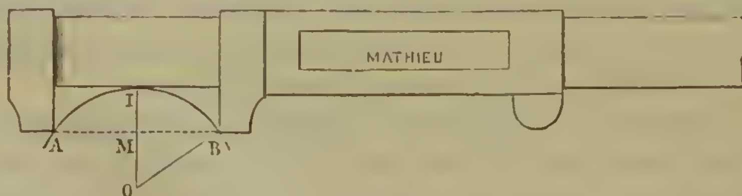


Fig. 51

mètres de longueur. Mais il n'est pas nécessaire de faire construire à cet effet un instrument spécial, et rien n'est facile comme de réunir sur le même instrument le cyclomètre de 1 millimètre, qui sert pour les courbes du crâne, et celui de 5 millimètres, qui

sert pour celles des mâchoires. Il suffit par cela de disposer les branches perpendiculaires de telle sorte qu'elles fassent d'un côté une saillie de 1 millimètre et de l'autre une saillie de 5 millimètres (voir fig. 51). La même graduation bimillimétrique et le même vernier donnent dans l'un et l'autre cas, la longueur de n; mais le tableau qui donne les valeurs correspondantes du rayon de courbure pour $a = 1$ millimètre, ne peut plus servir lorsqu'on emploie les branches de 5 millimètres. On trouvera donc ci-dessous deux tableaux des valeurs des rayons de courbure, et l'on évitera avec soin de les confondre.

Tous deux ont été dressés d'après la formule $r = \frac{a^2 + n^2}{2a}$, qui devient $r = \frac{1 + n^2}{2}$ lorsque $a = 1$ millimètre, et qui devient $r = \frac{25 + n^2}{10}$ lorsque $a = 5$ millimètres. Ces formules, inscrites en tête de leurs tableaux respectifs, rendront la confusion impossible.

Je répète en terminant que le cyclomètre usuel, celui qui donne les vrais rayons de courbure, est le cyclomètre de 1 millimètre. Lorsque c'est de cet instrument qu'on se sert, il est inutile de le dire; mais toutes les fois qu'on a mesuré n avec les branches de 5 millimètres, il est indispensable d'ajouter entre parenthèses, à la suite de la valeur du rayon de courbure, la mention : (cyclomètre de 5 millimètres).

Les chiffres des rayons de courbure peuvent être soumis au calcul des moyennes, et servir ainsi à l'étude des séries de crânes. Je ne sais pas encore si les résultats qu'on en obtiendra seront assez importants pour mériter de figurer sur les relevés craniométriques; mais ce que je puis dire dès aujourdhui, c'est que, lorsqu'on se propose de décrire un crâne et de faire connaître la conformation de ses diverses régions, l'emploi du cyclomètre abrége beaucoup la description et lui donne une exactitude, une précision, une clarté dont on ne saurait approcher en accumulant les épithètes les mieux choisies.

Cyclomètre pour a 1 = millimètre.

$$r = \frac{a^2 + n^2}{2a} = \frac{1 + n^2}{2}$$

Pour n	Valeur de r	Différence par 1/10 de millim.	Pour n	Valeur de r	Différence par 1/10 de millim.
$n = 1$	$r = 1.0$		$n = 15$	$r = 113.0$	
2	2.5	0.15	16	128.5	1.55
3	5.0	0.25	17	145.0	1.65
4	8.5	0.35	18	162.5	1.75
5	13.0	0.45	19	181.0	1.85
6	18.5	0.55	20	200.5	1.95
7	25.0	0.65	21	221.0	2.05
8	32.5	0.75	22	242.5	2.15
9	41.0	0.85	23	265.0	2.25
10	50.5	0.95	24	288.5	2.35
11	61.0	1.05	25	313.0	2.45
12	72.5	1.15	26	338.5	2.55
13	85.0	1.25	27	365.0	5.65
14	98.5	1.35			
		1.45			

Cyclomètre pour a = 5 millimètres.

$$r = \frac{a^2 + n^2}{2a} = \frac{25 + n^2}{10}$$

Pour n	Valeur de r	Différence. par 1/10 de millim.	Pour n.	Valeur de r.	Différence par 1/10 de millim.
$n = 5$	$r = 5.0$		$n = 18$	$r = 34.9$	
6	6.1	0.11	19	38.6	0.37
7	7.4	0.13	20	42.5	0.39
8	8.9	0.15	21	46.6	0.41
9	10.6	0.17	22	50.9	0.43
10	12.5	0.19	23	55.4	0.45
11	14.6	0.21	24	60.1	0.47
12	16.9	0.23	25	65.0	0.49
13	19.4	0.25	26	70.1	0.51
14	22.1	0.27	27	75.4	0.53
15	25.0	0.29	28	80.9	0.55
16	28.1	0.31	29	86.6	0.57
17	31.4	0.33	30	92.5	0.59
		0.35			

Discussion.

A la séance suivante (19 novembre 1874.), M. Bertillon dit que dès 1872 il avait déterminé les connexités des voussures crâniennes. Il ne les rapportait pas à des portions de sphère, il se bornait à mesurer l'indice des voussures, et, d'après lui, ce procédé, quoique moins géométrique, est aussi bon que celui du cyclomètre, instrument qui rapportant tout à la sphère, force à faire du crâne une mosaïque de petites portions de sphère. Et comme le crâne n'est point sphérique, on a ainsi une multitude de données dont le sens d'ensemble est difficilement synthétisé par l'entendement.

M. Broca. Le principe de l'instrument que j'ai mis sous les yeux de nos collègues est tout à fait différent de celui auquel pensait M. Bertillon. L'on doit faire observer, en effet, que la courbe du crâne n'est nullement une courbe régulière, et que dès lors le rapport de la corde à l'arc n'est pas exact. L'instrument qui me sert permet de prendre la courbure en un point déterminé, et c'est là le grand avantage qu'il présente sur les instruments semblables.

MÉTHODE TRIGONOMÉTRIQUE

LE GONIOMÈTRE D'INCLINAISON

ET L'ORTHOGONE

(*Bulletins de la Société d'anthropologie* 3e série, t. III, 1880 p. 133-139.)

J'ai entretenu plusieurs fois la Société de la méthode trigonométrique, à l'aide de laquelle on mesure aisément et rapidement l'angle d'inclinaison d'un plan crânien quelconque sur le plan biorbitaire. La méthode, dans sa généralité, consiste à mesurer, au lieu de l'angle lui-même, l'une de ses lignes trigonométriques, rapportée à un rayon de 100 millimètres. Elle comprend deux procédés principaux, celui du *sinus* (ou du cosinus) et celui de la *tangente* (ou de la cotangente).

Le procédé de la tangente n'ayant aucun rapport avec l'instrument que je présente aujourd'hui, je ne parlerai ici que du procédé du sinus, et je dirai d'abord comment je l'ai appliqué dans l'origine.

Le voici dans toute sa simplicité (fig. 52) :

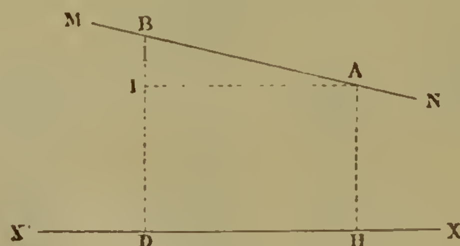


Fig. 52.

Je suppose qu'on veuille mesurer l'inclinaison d'une ligne AB sur un plan XX'. On dispose le plan XX' parallèlement au plan de la table. On prend sur la ligne deux points B et A, distants de 100 millimètres. On mesure avec une équerre graduée la hauteur des deux points B et A au-dessus du plan XX'. On obtient ainsi en millimètres les deux hauteurs BD et AH : on les

retranche l'une de l'autre et leur différence est le sinus de l'angle cherché. On voit, en effet, sur la figure 52 que BD — AH = BI, et que BI est le sinus de l'angle d'inclinaison BAI, rapporté à un rayon de 100 millimètres. Si B est plus haut que A, le sinus et l'angle sont positifs. Si B est plus bas que A, ils sont négatifs : enfin, si les deux points sont à la même hauteur, l'angle est nul comme son sinus.

Connaissant le sinus en millimètres, on trouve, immédiatement la valeur de l'angle sur la table des sinus qui a été publiée dans les *Bulletins* de 1873, p. 176, et dans ce volume p. 508 et 559.

Pour que ce procédé soit applicable il faut que l'on puisse marquer sur une ligne deux points séparés par une distance de 100 millimètres. Les plans crâniens et les lignes qui les représentent ne répondent pas à cette condition. Mais les aiguilles orbitaires, fixées dans l'axe des orbites au moyen des orbitostats, ont une partie extérieure, sur laquelle on marque aisément les deux points A et B, à l'aide d'un petit bouton A, fixé à 100 millimètres de l'extrémité libre B, et l'on peut ainsi mesurer l'inclinaison d'un plan crânien quelconque sur le *plan biorbitaire* qu'elles déterminent. On dispose le crâne sur le craniostat de telle sorte que le plan mis à l'étude soit rendu horizontal, et l'on mesure alors sur l'une des aiguilles orbitaires la différence BI, qui est le sinus de l'angle d'inclinaison de l'aiguille sur le plan de la table, c'est-à-dire sur le plan crânien que l'on étudie. Cet *angle de l'aiguille*, appelé θ, n'est pas le véritable angle d'inclinaison α du plan biorbitaire ; θ est toujours plus petit que α, puisque l'aiguille est un peu divergente. Mais on passe aisément de θ à α au moyen de la formule de correction (1), ou, sans recourir directement à la formule, en ajoutant à θ un *augment* qui est de $\frac{1}{10}$ de θ pour les angles de 0 à 30 degrés, de $\frac{1}{9}$ de θ pour les angles de 31 à 40 degrés, de $\frac{1}{8}$ de θ pour les angles de 41 à 50 degrés, $\frac{1}{7}$ de θ pour les angles de 51 à 55 degrés et enfin, de $\frac{1}{6}$

1. Voir *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1873, p. 78, et dans ce volume p. 421.

de 0 pour les angles de 55 à 60 degrés (1). (Les angles de plus de 60 degrés ne se mesurent pas par le sinus.)

L'angle α, qui mesure l'inclinaison d'un plan crânien quelconque P, sur le plan biorbitaire, s'appelle *l'angle coorbitaire* du plan P.

Lorsqu'on veut connaître l'angle que font entre eux deux plans crâniens P et P′, on mesure séparément leur angles coorbitaires respectifs α et α', puis on les ajoute s'ils sont de signes contraires, et on les retranche l'un de l'autre s'ils sont de même signe.

La méthode trigonométrique que je viens de décrire permet de mesurer un grand nombre d'angles auxquels les goniomètres directs ne sont pas applicables. Elle a en outre, l'avantage d'être très rapide, plus rapide même que ne l'est le plus souvent la mensuration par les goniomètres. Mais il est possible de la rendre plus rapide encore au moyen de la *règle trigonométrique*, qui donne, au lieu de la valeur du sinus, celle de l'angle lui-même, et qui dispense, par conséquent, de recourir à la table des sinus (2).

Cette règle (fig. 26, et fig. 53, p. 534 et 702), dont j'ai déjà publié la description dans mon mémoire *sur l'angle orbito-occipital* (3), a une longueur de 100 millimètres, et est égale, par conséquent, au rayon du module adopté. Elle est divisée en 90 divisions inégales et décroissantes de bas en haut, qui représentent, depuis 0 jusqu'à 90, la valeur en degrés des angles correspondant aux diverses valeurs du sinus, dans un quart de cercle dont le rayon est de 100 millimètres.

Ainsi la première division est à 1^{mm}, 74 du zéro, parce qu'un arc de 1 degré correspond à un sinus de 1^{mm},74, la seconde est à 3^{mm},49 du zéro, parce que l'arc de 2 degrés a un sinus de 3^{mm}, 49, etc. En continuant de degré en degré, nous voyons que

1. *Revue d'anthropologie*, 1877, p. 408, et dans ce volume p. 537. Le procédé de l'augment n'est applicable qu'à l'homme et aux singes. Chez les animaux dont les axes orbitaires sont plus divergents, le passage de θ à α ne peut être obtenu que par la formule de correction, Sin $\alpha = \frac{\sin\theta}{\cos\rho}$, l'angle ρ étant la moitié de l'angle biorbitaire.

2. Les tables trigonométriques continuent néanmoins à faire partie du barème anthropologique, parce que la règle trigonométrique n'est pas applicable au procédé des tangentes et cotangentes.

3. *Revue d'anthropologie*, 1877, p. 405, fig. 9, et dans ce volume p. 534, fig. 26.

la trentième division est exactement à 50 millimètres du zéro, parce que le sinus de l'arc de 30 degrés est égal à la moitié du rayon. On sait que les différences des sinus vont en décroissant à mesure que l'on considère des arcs plus grands, les divisions sont donc de moins en moins espacées à mesure que l'on remonte sur la règle; enfin, la 90e division, c'est-à-dire le 90e degré, est à 100 millimètres du zéro, puisque le sinus de 90 degrés est égal au rayon.

On comprend maintenant que notre petite règle peut très bien remplacer la table des sinus, sinon pour les angles voisins de 90 degrés, du moins pour les angles de moins de 60 degrés. Supposons qu'on ait mesuré à l'aide d'une équerre graduée la longueur BI (fig. 52), qui est le sinus de l'angle de l'aiguille, et que cette longueur soit de 11 millimètres. En reportant avec un compas sur notre règle une longueur de 11 millimètres à partir de zéro, nous tomberons un peu au-delà de la sixième division, au tiers environ de l'intervalle compris entre 6 et 7, et nous dirons que notre angle est de 6 degrés et un tiers. La table nous dirait qu'un sinus de 11 millimètres correspond à un angle de 6°,31; nous avons donc, sans le secours de la table, mesuré notre angle avec une approximation plus que suffisante; car les goniomètres directs sont loin de donner une aussi grande approximation. Leur quadrant est généralement emprunté à un cercle dont la circonférence est de 360 millimètres, et dont les degrés se succèdent de millimètre en millimètre. Les fractions de degrés n'y sont pas marquées. On pourrait aisément prendre à l'œil les demi-degrés, mais il serait difficile de pousser plus loin l'approximation. Or, sur notre règle, les intervalles, jusqu'au 55° degré, sont de plus de 1 millimètre; jusqu'à 12 degrés ils sont de plus de 1mm,7; de là jusqu'à 30 degrés ils sont supérieurs à 1mm,5, de sorte que pour les 30 premiers degrés (et la plupart des angles coorbitaires restent bien au-dessous de cette limite), il est plus facile de lire sur la règle les tiers de degrés que de lire les demi-degrés sur le quadrant des goniomètres ordinaires. Cela importe assez peu, attendu qu'on craniométrie, on ne mesure les angles qu'à 1 degré près. Mais il n'était pas inutile de montrer que le procédé de la règle trigonométrique, loin d'être inférieur aux mensurations directes sous

le rapport de la précision, leur est au contraire supérieur.

Reporter sur la règle trigonométrique, à l'aide d'un compas ordinaire, la longueur de la différence BI (fig. 52), mesurée en

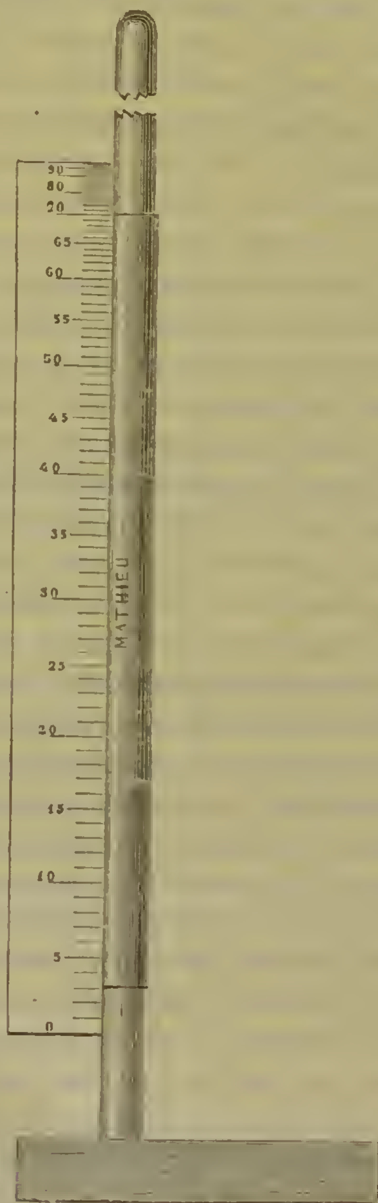


Fig. 53. — L'équerre trigonométrique avec sa règle.

millimètres, n'est pas une opération bien longue; et ce n'est pas non plus un travail bien long de porter successivement l'équerre graduée sur les deux points B et A, de mesurer en millimètres

les hauteurs de ces deux points, et d'en prendre la différence pour obtenir le sinus BI : on peut toutefois simplifier beaucoup ces diverses opérations et les réduire à une seule, au moyen de l'*équerre trigonométrique* représentée sur la figure 53 en grandeur naturelle.

Elle se compose d'un pied métallique suffisamment lourd, qui se pose sur la table du craniostat, et d'une tige métallique cylindrique, longue de 22 centimètres, fixée à angle droit sur le pied. La règle trigonométrique est fixée par un de ses bords sur une gaine métallique cylindrique qui glisse sur la tige verticale à frottement doux, et qui permet d'élever ou d'abaisser le zéro à volonté (la graduation, représentée par une erreur du dessinateur sur le bord adhérent de la règle, est placée au contraire sur son bord libre).

Pour mesurer l'angle d'inclinaison de l'aiguille AB (fig. 52), on place d'abord l'équerre près du point A, et l'on fait glisser la règle jusqu'à ce que le zéro vienne affleurer le point A ; puis, sans toucher à la règle, on transporte l'équerre auprès du point B, et le point de l'échelle qui vient affleurer le point B, marque le degré de l'angle mesuré.

L'opération est achevée en une ou deux secondes, sans aucune chance d'erreur, et avec plus de précision que par le premier procédé; car, le sinus BI s'obtenant par la différence de deux lignes mesurées à 1 millimètres près, les fractions de millimètre que l'on néglige chaque fois peuvent en se combinant, atteindre 1 millimètre.

Telle est l'équerre trigonométrique, que j'ai déjà fait connaître dans la *Revue d'anthropologie*, mais que je montre aujourd'hui à la Société pour la première fois.

L'emploi du procédé du sinus était limité jusqu'ici à la mensuration des angles coorbitaires, parce qu'il était subordonné à la possibilité de marquer sur une ligne crânienne deux points distants de 100 millimètres, ce qui ne pouvait se faire que sur les aiguilles orbitaires (1).

1. Il y a un autre procédé, celui du *sinus du demi-angle et de la règle bimillimétrique*, qui est applicable directement à la mensuration de l'angle biorbitaire, et directement, *après une réduction en centièmes*, à la mensuration de l'angle de deux lignes crâniennes symétriques quelconques. Mais je ne m'occuperai pas ici de ce procédé, que j'ai déjà fait connaître à l'occasion de l'angle biorbitaire (voir *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1873, p. 85), et dans ce volume p. 427.

Le nouvel instrument que je vous présente sous le nom de *goniomètre d'inclinaison* rend la méthode trigonométrique applicable à tous les cas où l'on veut mesurer, sur le crâne ou sur le squelette, l'inclinaison d'un plan quelconque, d'une ligne quelconque, par rapport au plan horizontal, et de connaître, par conséquent, par voie d'addition ou de soustraction, l'angle que font entre eux des plans quelconques.

Le goniomètre d'inclinaison (fig. 54) se compose de deux tiges

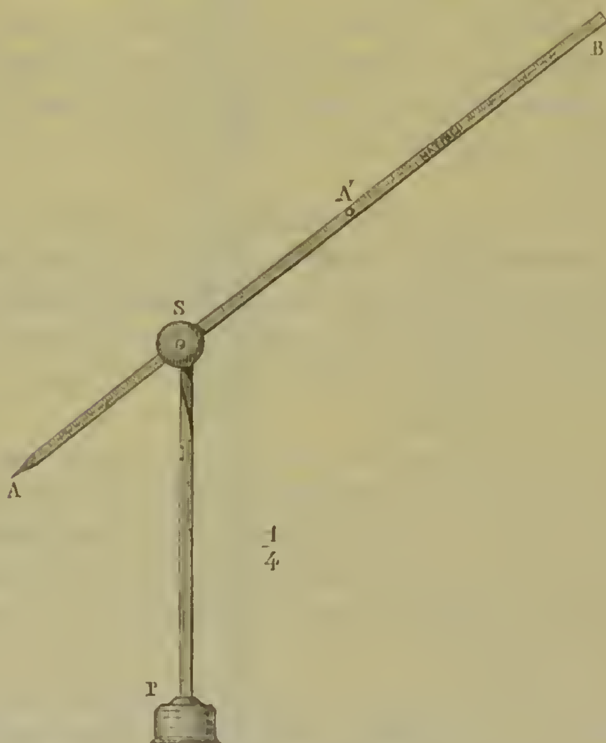


Fig. 54. — Le goniomètre d'inclinaison (réduit au quart).

métalliques carrées AB et SP, articulées entre elles en un point S, qui est le sommet de tous les angles mesurés.

L'articulation est très lâche, et peut s'ouvrir ou se fermer sous un angle quelconque ; mais un gros bouton de pression, placé en S, permet de fixer les deux branches l'une sur l'autre, quand on le veut, dans toute position.

La grande tige AB, tige exploratrice, longue de 35 centimètres, se termine en A, en une extrémité conique, située dans l'axe, et placée à 100 millimètres du sommet S. Un autre point

A′, situé également dans l'axe et à 100 millimètres de S, est marqué par un petit trou entre S et B.

La seconde branche SP, dite tige verticale, est terminée en bas par une masse de plomb P entourée de cuivre. Lorsqu'on donne à AB une direction quelconque, la tige SP, obéissant au poids P, oscille un instant et s'arrête dans la direction verticale. On serre alors le bouton S, les deux branches sont immobilisées, et il ne s'agit plus que de mesurer l'angle ASP.

Il ne serait pas impossible (il serait pourtant assez difficile) de mesurer cet angle avec un rapporteur ; mais on le mesure bien mieux avec la règle trigonométrique.

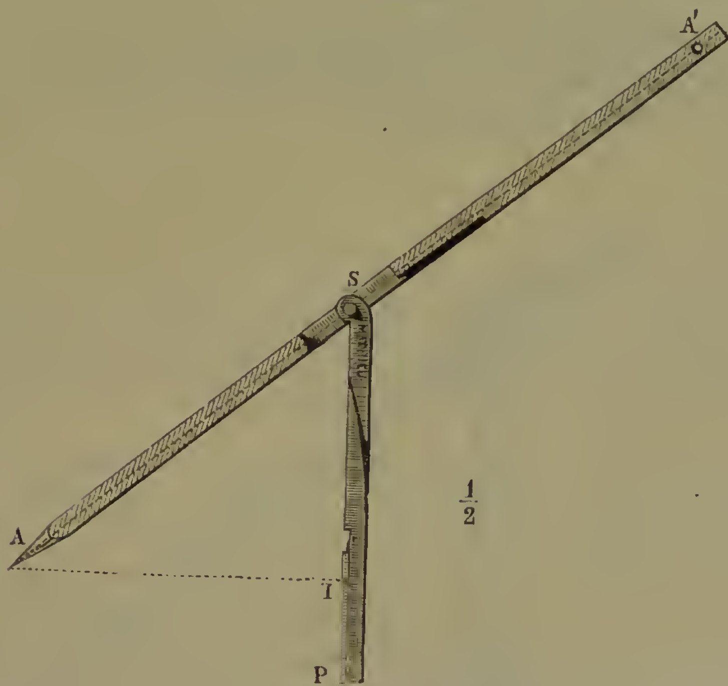


Fig. — 55. L'articulation du goniomètre d'inclinaison. — Coupe dans l'axe. Demi-grandeur.

L'articulation des deux tiges (fig. 55) est disposée de telle sorte que le pivot S, sommet de l'angle ASP, se trouve d'une part *dans l'axe* de la tige AA′) d'une autre part *sur le prolongement du bord antérieur* IP de la tige verticale. Par conséquent, si du point A nous abaissons une perpendiculaire AI sur le bord antérieur de la tige SP, cette ligne AI sera le sinus de l'angle ASP.

Prenons donc d'une main la tige verticale en P, et de l'autre

main amenons la règle trigonométrique au-dessous du point A, en appliquant le zéro en I sur le bord antérieur de la tige verticale, et en donnant à la règle une direction perpendiculaire à ce bord. La pointe A marque alors sur l'échelle de la règle la valeur de l'angle ASP exprimée en degrés.

Pour que cette valeur soit exacte, il faut évidemment que la règle soit exactement perpendiculaire à SP. Il serait facile d'adapter la règle sur le bord supérieur d'une petite équerre, dont le bord vertical s'appliquerait sur IP ; mais cela est tout à fait inutile, car il suffit de voir quelle est *la plus petite valeur* que la pointe A puisse marquer sur la règle, lorsque le zéro reste appliqué sur IP. Ce minimum, que l'on trouve d'ailleurs sans aucun tâtonnement, est l'exacte valeur de l'angle ; alors, en effet, la ligne AI est la plus courte des lignes mesurées de A sur SP ; elle est donc perpendiculaire.

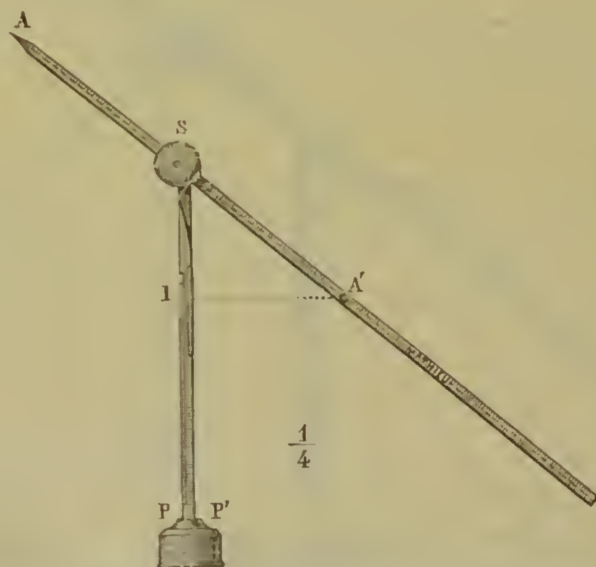


Fig. 56. — Le goniomètre d'inclinaison mesurant un angle obtus A, S, P.

Lorsque l'angle ASP est obtus (fig. 56), la perpendiculaire abaissée du point A sur SP tomberait au-dessus de S et ne rencontrerait plus la tige SP. On mesure alors, au lieu de l'angle ASP, son supplément A'SP. Le petit trou A', qui est dans l'axe de AB et à 100 millimètres de S, remplace alors la pointe A. De ce point A', avec la règle trigonométrique on abaisse la perpen-

diculaire AI, en plaçant toujours le zéro sur le bord *antérieur* de SP (et non sur le bord supérieur SP′, qui est plus rapproché de A′ de toute l'épaisseur de la tige verticale). On peut aisément, après avoir mesuré l'angle A′SP, le retrancher de 180 degrés pour obtenir son supplément ASP. Mais il est souvent plus commode de noter purement et simplement la valeur de l'angle aigu, en la faisant précéder du signe —, le signe + étant réservé pour les angles mesurés du côté de la pointe A.

Le procédé qui précède donne des résultats très précis toutes les fois que l'angle aigu que l'on mesure ne dépasse pas 60 degrés. Lorsque l'angle est compris entre 60 et 90 degrés les divisions de la règle trigonométrique se rapprochant de plus en plus, les changements de 1 degré et même de plusieurs degrés ne peuvent être constatés exactement avec la règle trigonométrique. Ce sont les sinus qui ont été reportés sur cette règle pour y marquer les degrés de l'arc, et l'on sait que, lorsqu'on approche de l'angle droit, les sinus ne distinguent plus suffisamment les angles, tandis que les cosinus au contraire deviennent de plus en plus caractéristiques. C'est donc à l'aide des cosinus que nous mesurerons les angles de plus de 60 degrés.

Il est superflu de rappeler que le cosinus d'un angle n'est autre chose que le sinus du complément de cet angle. Ainsi, le cosinus de 10 degrés est égal au sinus de 80 degrés, celui de 20 degrés au sinus de 70 degrés, etc. Sur notre figure 44, nous avons montré comment on mesure l'angle ASI, en mesurant la longueur AI, qui est son sinus; mais nous pourrions, au lieu de AI, mesurer SI, qui est le cosinus du même angle et qui est en même temps le sinus de l'angle complémentaire SAI. Pour cela, abaissant d'une manière quelconque la perpendiculaire AI, nous prendrions avec un compas la distance SI, que nous reporterions sur la règle trigonométrique. Nous pourrions encore, pour éviter ce report et l'emploi du compas, graver sur la face SI de la branche verticale du goniomètre l'échelle trigonométrique de notre règle, en plaçant le zéro sur le point S. Mais, d'une part, la partie supérieure de cette branche est tellement amincie, que la gravure n'y serait pas lisible; d'une autre part, lorsque

l'angle ASI serait très voisin de l'angle droit, la perpendicule AI ne pourrait plus être menée, car elle tomberait sur la partie de la branche verticale qui est cachée dans l'épaisseur de l'autre branche.

Il faut donc chercher un autre moyen pour mesurer les angles de plus de 60 degrés.

On démontre en géométrie que le sinus de 30 degrés, ou encore le cosinus de 60 degrés, est égal à la moitié du rayon, c'est-à-dire à 50 millimètres sur notre règle. Par conséquent, si nous fixons en O (fig. 57), à 50 millimètres du point S, une tige OM, perpendiculaire à SP, et si nous supposons que la pointe A soit abaissée jusqu'au contact de cette tige, l'axe de la branche AB fera sur MO un angle qui sera de 30 degrés, puisque

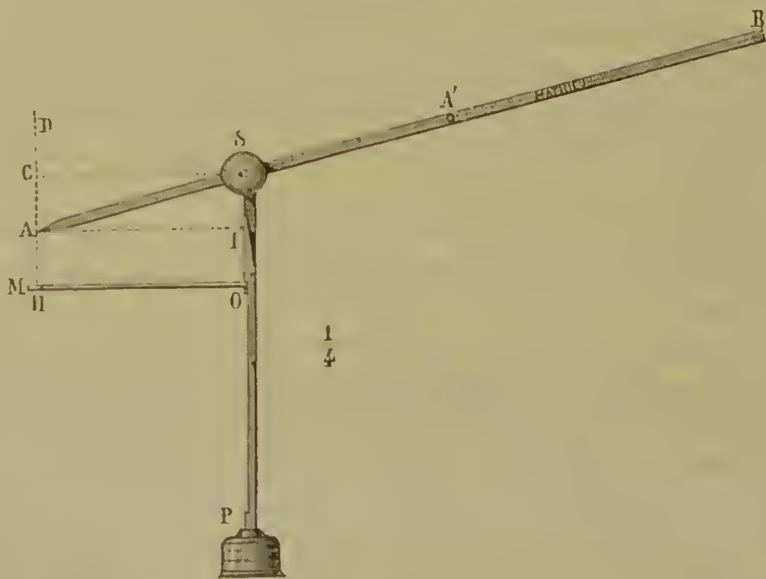


Fig. 57. — Le goniomètre d'inclinaison avec l'équerre déployée pour mesurer l'angle ASP > 60 degrés.

son sinus SO sera de 50 millimètres; nous voyons ainsi que, lorsque l'inclinaison de AB sera de plus de 60 degrés sur la verticale ou, ce qui revient au même, de moins de 30 degrés sur l'horizontale, la pointe A sera placée au-dessus de MO et à une distance variable suivant le degré de l'angle.

Dans la position représentée sur la figure, l'angle ASI, que nous voulons connaître, a pour cosinus la ligne SI, qu'il nous

sera facile de mesurer en abaissant de A sur MO, à l'aide d'une petite règle millimétrique, la perpendiculaire AH. Nous obtiendrons ainsi la longueur de AH en millimètres, et en retranchant ce nombre de 50 millimètres, nous aurons la valeur de SI, puisque SI = SO — OI, que OI = AH, et que SO = 50 millimètres.

Considérant alors SI comme le sinus de l'angle complémentaire SAI, nous pourrons reporter cette longueur, avec un compas, sur la règle trigonométrique et y lire la valeur de cet angle complémentaire.

Mais nous pouvons simplifier considérablement cette série d'opérations et rendre la mensuration des angles de plus de 60 degrés aussi simple et aussi rapide que celle des angles plus petits, en nous servant d'une échelle spéciale, dite *échelle symétrique*, qui est gravée au *verso* de notre règle trigonométrique. (Voy. fig. 58.)

Le zéro de cette échelle est placé exactement sur le milieu de la longueur de la règle, et par conséquent à 50 millimètres de chaque extrémité. Sur cette longueur de 50 millimètres sont gravées de chaque côté, à partir du zéro, les trente premières divisions de l'échelle du *recto*.

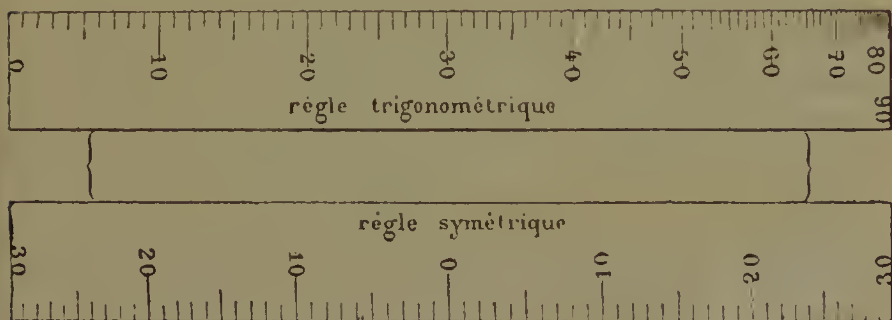


Fig. 58. — Les deux faces de la règle trigonométrique.

Prenons maintenant le goniomètre d'une main, la règle de l'autre, et donnons à la règle la position indiquée sur la figure 57 par la ligne ponctuée DH; la pointe A marquera sur l'échelle symétrique la valeur de l'angle SAI.

En effet, le zéro de l'échelle, étant situé au milieu de la règle, se trouvera en C sur le même niveau que le point S, puisque CH

est égal, comme SO, à 50 millimètres. La figure CAIS est donc un rectangle, et la distance comprise sur la règle entre C et A est égale à SI, sinus de l'angle cherché. Or, on sait que les sinus sont remplacés sur la règle par les degrés des arcs correspondants. Nous connaissons donc du premier coup, par une simple application de la règle, la valeur de l'angle SAI.

Si maintenant la branche AB se rapproche davantage de la direction horizontale, la pointe A s'élèvera, marquera sur l'échelle des degrés décroissants, et marquera zéro lorsque la branche AB sera horizontale. Puis, si la branche s'incline en sens inverse, la pointe A s'élèvera au-dessus du zéro C et marquera, sur la moitié supérieure de l'échelle symétrique, des degrés croissant de zéro à 30. Mais il est clair que les degrés n'auront pas la même signification au-dessus et au-dessous de zéro; s'ils sont au-dessous de zéro, cela veut dire que A est au-dessous de C, que l'angle ASO est aigu et que, pour l'obtenir, il faut retrancher de 90 degrés l'angle mesuré SAI (qui est égal à CSA) ; si, au contraire, les degrés sont marqués sur la moitié supérieure de l'échelle, il faudra les ajouter à 90 degrés pour obtenir CSA.

L'emploi de l'échelle symétrique pour la mensuration des angles qui dépassent 60 degrés exige qu'une tige MI (fig. 57), longue de 100 millimètres au moins, soit fixée perpendiculairement sur la branche verticale, à 50 millimètres du point S; mais il n'est pas nécessaire que cette tige MO soit immobile. On peut l'adapter en I, soit au moyen d'une petite mortaise creusée dans l'épaisseur de la branche métallique SP, soit au moyen d'une charnière à ressort de couteau qui permet, lorsqu'on ne s'en sert pas, de la rabattre au lieu de l'enlever. J'ai adopté ce dernier mécanisme, parce que les pièces isolables se perdent aisément. Lorsqu'on mesure des angles plus petits que 60 degrés, on rabat la tige MI, qui, s'appliquant sur la branche SP, en forme la face antérieure; lorsqu'on veut mesurer des angles plus grands, on la relève, et son ressort le fixe, comme sur la figure 57, dans une direction perpendiculaire à SP.

Dans la description qui précède, j'ai supposé que l'inclinaison d'une ligne ou d'un plan était déterminée par rapport à la ver-

ticale. C'est en effet la tige verticale SP qui est la pièce fondamentale de notre instrument ; c'est elle qui fait connaître la direction de la branche exploratrice AB. Mais on peut aussi, avec le même instrument, rapporter cette direction à l'horizontale, à l'aide des angles complémentaires, et elle sera tout aussi bien déterminée dans le second cas que dans le premier. On peut choisir entre ces deux procédés, à la condition expresse d'appliquer toujours le même à la même ligne anatomique ; il est désirable en outre que les lignes qui doivent être comparées entre elles soient étudiées par le même procédé. En général, il y a avantage à mesurer l'angle sur l'horizontale, lorsque la ligne que l'on étudie fait avec l'horizon un angle de moins de 30 degrés. C'est ce que l'on fait au crâne, où la plupart des plans dont on étudie l'inclinaison sont dans ce cas ; mais, lorsque l'inclinaison sur l'horizontale dépasse 60 degrés, la disposition de l'instrument doit faire préférer la mensuration de l'angle sur la verticale.

Je viens de faire connaître le principe et le mécanisme du goniomètre d'inclinaison. Cet instrument est susceptible de recevoir de nombreuses applications. Il ne sera pas inutile de le prouver par quelques exemples.

La ligne dont on veut mesurer l'inclinaison peut se présenter dans deux conditions différentes : ou bien l'intervalle compris entre les deux points de repère qui la déterminent est libre, ou bien il existe entre eux un obstacle qui ne permet pas d'y appliquer la tige exploratrice AB.

Comme exemple du premier cas, je prendrai les deux lignes qui font connaître sur le squelette la direction du bassin : la *ligne sacro-pubienne* et la *ligne sacrée*. La première, qui représente le plan du détroit supérieur du bassin, s'étend du promontoire O au bord supérieur du pubis M (fig. 59). La seconde, étendue du même point O à l'extrémité du sacrum N, indique la direction de cet os. Elles interceptent entre elles un angle MON, qui est l'*angle sacro-pubien*.

Les inclinaisons des deux lignes du bassin se mesurent sur la verticale.

Pour la ligne sacro-pubienne, on applique sur le point O le bord inférieur de l'extrémité carrée de la branche explo-

ratrice, que l'on appuie d'autre part, en M, sur le bord supérieur du pubis. Lorsque la branche verticale est devenue immobile, on serre le bouton de pression qui est en S ; on peut alors retirer l'instrument et mesurer tout à son aise l'angle d'inclinaison ASP, à l'aide de la règle trigonométrique. Cet angle, étant en avant de SP, est positif et on le marque avec le signe +.

Pour la ligne sacrée, on placerait difficilement l'extrémité carrée de l'exploratrice sur le point O, parce que le coccyx, qui est au bout du sacrum, ne permettrait pas de maintenir la branche exploratrice sur la ligne médiane. On applique donc l'extrémité carrée sur le point N, et l'on appuie le plein de la branche sur le point O ; alors la pointe A′ remonte obliquement au-devant de la colonne vertébrale. Le poids P prend son équilibre, et on mesure l'angle P′S′N, comme il a été dit plus haut

Fig. 59 — Mensuration de l'inclinaison des lignes du bassin.

(voir fig. 56) ; puis, comme cette fois l'angle mesuré est en arrière de la tige verticale, on le marque avec le signe —.

Sur les squelettes d'animaux, et même aussi sur les squelettes

humains, la direction des lignes du bassin dépend dans une certaine mesure de l'appréciation des monteurs de squelettes. Les deux angles d'inclinaison de ces lignes, quelque intéressants qu'ils soient, n'ont donc pas, par eux-mêmes, une signification parfaitement sûre. Mais, ce qui n'est pas sujet à erreur dans le montage, c'est l'angle sacro-pubien MON, angle dont tout le monde reconnaît l'importance et dont l'étude cependant a été, trop négligée jusqu'ici, faute d'un instrument convenable. Les goniomètres ordinaires n'étant pas applicables, on ne pouvait mesurer correctement cet angle qu'en construisant sur le papier le triangle MON (dont on peut mesurer les trois côtés) ou en pratiquant une coupe médiane, procédé qui ne peut être que très exceptionnel. Or le goniomètre d'inclinaison permet d'obtenir l'angle sacro-pubien avec la plus grande facilité, en faisant la somme des deux angles mesurés ASP, P'S'O, lorsqu'ils sont de signes contraires, comme cela a lieu chez l'homme et les anthropoïdes, ou leur différence, lorsqu'ils sont de même signe, comme chez les quadrupèdes, où ils sont tous deux négatifs. On voit en effet sur la figure 59 que MON = ASP + P'S'O. Mais chez les quadrupèdes le point M passe en arrière du point O, et l'angle MON devient égal à P'S'N — ASP.

Considérons maintenant le cas où la branche exploratrice ne peut pas être appliquée à la fois sur les deux points de repère de la ligne dont on étudie l'inclinaison, ou du plan qui la représente. C'est ce qui a lieu au crâne. L'attitude naturelle du crâne est encore un sujet de contestation ; mais quel que soit le plan horizontal que l'on adopte, on a intérêt à savoir quelle est l'inclinaison des autres plans crâniens sur ce plan recteur. Supposons donc que le crâne soit disposé sur le craniostat, ou sur le craniophore, ou tout autrement, de tel sorte que le plan choisi comme recteur soit horizontal, et voyons comment on déterminera, à l'aide du goniomètre d'inclinaison, la direction d'un autre plan crânien par rapport au plan de la table, qui est parallèle au plan recteur.

La détermination d'un plan exige trois points, ou plutôt deux lignes ; mais si un plan est symétrique, c'est-à-dire perpendiculaire au plan médian du crâne, une seule ligne suffira pour le déterminer, car, parmi les plans, en nombre infini, qu'on peut

mener par cette ligne, il n'y en a qu'un seul qui soit perpendiculaire au plan médian. C'est ainsi que le plan de Camper est parfaitement caractérisé par la ligne menée du point sous-nasal à l'un des points auriculaires, parce qu'on sait que ce plan est symétrique, et qu'il passe par conséquent par l'autre point auriculaire.

Mais la ligne auriculo-sous nasale, n'étant pas parallèle au plan médian, ne fait pas connaître la direction du plan de Camper. C'est sa *projection* sur le plan médian qui indique cette direction. Sur les dessins de profil, qui, lorsqu'ils sont géométriques, sont des dessins de projection, et où le plan du papier représente le plan médian, la ligne campérienne représente complètement le plan de Camper, quant à sa position et quant à sa direction. Si, au lieu d'exécuter ce dessin en entier, on se bornait à projeter le point sous-nasal ou le point auriculaire sur un écran pa-

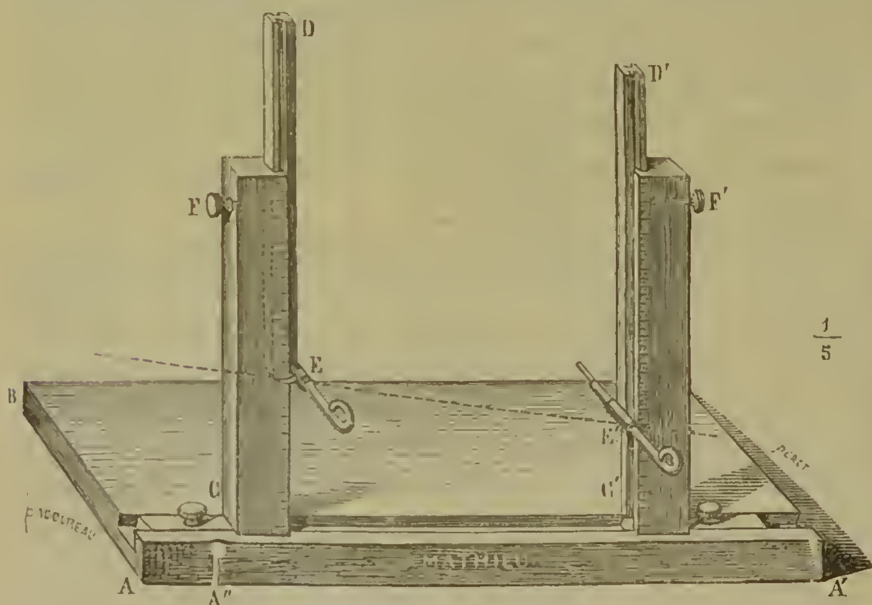


Fig. 60. — L'orthogone

rallèle au plan médian, sur l'écran du stéréographe par exemple, la ligne menée sur l'écran par les projections de ces deux points représenterait encore la direction du plan de Camper. Il est clair enfin qu'on obtiendra encore cette même direction, en faisant aboutir sur ces deux points, à la surface du crâne, les pointes de deux tiges horizontales perpendiculaires au plan mé-

dian, car les axes de ces deux tiges seront compris l'un et l'autre dans le plan de Camper; et si les deux tiges sont cylindriques et de même diamètre, une baguette, appliquée sur elles perpendiculairement à leur direction, sera exactement parallèle au plan de Camper que nous prenons pour exemple.

Il ne s'agit donc plus que de placer ces deux tiges directrices dans la position que je viens d'indiquer. On le fait avec la plus grande facilité à l'aide d'un instrument que j'appelle l'*orthogone* (voir fig. 60), parce que toutes les pièces dont il se compose sont unies à angle droit.

C'est une planche en bois dur, A′AB, longue de A en A′ de 40 centimètres, large de A en B de 30 centimètres, portant sur l'un de ses bords deux équerres de bois C et C′, qui glissent dans une coulisse longitudinale AA′, et auxquelles on peut don-

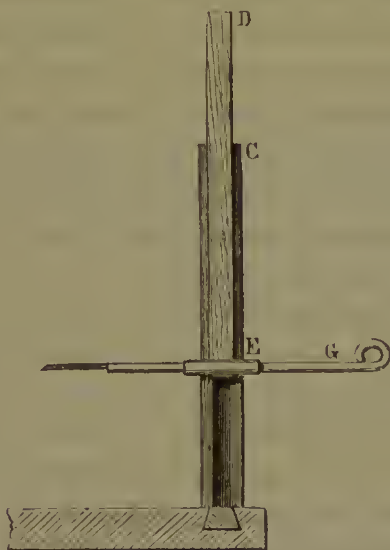


Fig. 61. — La réglette et la tringle de l'orthogone.

ner ainsi un écartement quelconque. La branche horizontale de chaque équerre est taillée en queue-d'aronde, comme la coulisse qui la reçoit, et n'a sur sa face superficielle que 1 centimètre de large. La branche verticale, épaisse de 3 centimètres, déborde la coulisse de chaque côté d'une largeur de 1 centimètre, et ce double épaulement, s'appuyant sur la planche, s'oppose au renversement de l'équerre. Cette branche verticale est un paralléli-

pipède rectangle à base carrée, large de 3 centimètres et haut de 22. Sur celle de ces quatre faces verticales qui représente le bord vertical de l'équerre, et que j'appelle la *face directrice*, est creusée une coulisse en queue-d'aronde, dans laquelle glisse une *réglette* D, qui peut monter ou descendre à volonté, et qu'on peut arrêter à une hauteur quelconque au moyen d'une vis de pression F. Sur l'extrémité inférieure de la réglette est fixé en E un tube métallique de 5 millimètres de diamètre, horizontal, et perpendiculaire au plan latéral dans lequel se meuvent les deux équerres C et C'. Ce tube E, vu en raccourci sur la figure 60, est représenté sur la figure 61, qui montre la réglette D vue de face. Il est long de 5 centimètres et déborde par conséquent de 1 centimètre de chaque côté la branche verticale de l'équerre. Enfin une tringle en fer G, longue de 25 centimètres, glisse dans le tube E, qui est fendu dans toute sa longueur pour rendre le frottement doux sans vacillation. Cette tringle est tout à fait semblable à la *tringle en couteau* du stéréographe, et se termine, comme elle, en une pointe qui fait suite à une arête rectiligne située exactement dans l'axe du tube. L'arête n'occupe à partir de la pointe qu'une longueur de 5 centimètres ; le reste de la tringle est parfaitement cylindrique et se meut par conséquent dans le tube sans aucune déviation.

Grâce à la vis de pression F (fig. 60), il suffit que la réglette soit engagée dans sa coulisse sur une longueur de 4 centimètres pour qu'elle reste parfaitement verticale. On peut donc faire monter le tube E et la tringle qu'il supporte jusqu'à 18 centimètres au-dessus de la planche, et dépasser ainsi la hauteur du plus grand crâne humain placé sur la table de l'orthogone. Mais si le crâne est supporté sur un craniophore, ou si le crâne étudié est celui d'un grand mammifère, on peut avoir besoin d'élever le tube E à une plus grande hauteur ; alors on retire la réglette de sa coulisse, on l'y engage de nouveau après l'avoir retournée, et le tube E occupant alors l'extrémité supérieure de la réglette, peut être fixé à une hauteur de 40 et même de 42 centimètres.

De même, si le crâne avait une longueur supérieure à celle de l'écartement qu'on peut établir entre les deux équerre C et C', dans la direction représentée sur la figure 60, on les ferait sortir

par les deux extrémités de la coulisse AA dans laquelle elle glissent, puis on les retournerait, et on les placerait dans la coulisse en donnant à l'équerre C la direction de C′, à l'équerre C′ la direction de C, de telle sorte que leurs deux faces rectrices, au lieu de se regarder, se tourneraient le dos. Alors on pourrait les faire parvenir jusqu'aux deux extrémités A et A′ de la coulisse, et on obtiendrait un écartement de 40 centimètres.

Cela posé, lorsqu'un crâne est placé sur la planche AB, soit qu'on l'y dépose simplement, ou qu'il soit orienté sur un craniophore, il est aisé d'amener la pointe de chaque tringle sur un point quelconque de la surface, puisque l'équerre, la réglette et la tringle exécutent trois mouvements combinés dans les trois directions : longitudinale, verticale et transversale. Si le crâne, par exemple, est placé de profil, de telle sorte que son plan médian soit parallèle au plan des équerres, la pointe de la tringle de l'équerre C′ (fig. 60) pourra être poussé dans le centre du conduit auditif, celle de l'autre tringle pourra être poussée sur le point sous-nasal, et le plan déterminé par les axes des deux tringles sera le plan de Camper, de sorte qu'une ligne EE′, menée perpendiculairement aux deux tringles, représentera exactement la direction de ce plan. Si donc nous appliquons sur le bord supérieur des deux tubes E et E′ la branche exploratrice du goniomètre d'inclinaison, en lui faisant affleurer la branche montante des deux équerres, notre goniomètre nous donnera immédiatement l'inclinaison du plan de Camper sur le plan de la planche de l'orthogone, suivant le procédé indiqué sur la figure 57.

Il est vrai que le goniomètre ne passe pas par le centre des deux tubes ; il s'applique tangentiellement à leur surface ; mais, les deux tubes ayant le même rayon, cette tangente est parallèle à la ligne campérienne, et en donne par conséquent la direction avec une exactitude géométrique.

Alors, sans déranger le crâne, on peut, avec la même facilité, en maniant les équerres, les réglettes et les tringles de l'orthogone, faire aboutir les deux pointes sur deux autres points crâniens déterminant un autre plan dont on mesurera de la même manière l'inclinaison sur la planche de l'orthogone ; et en combinant suivant les cas, par addition ou par soustraction, cette mesure angulaire avec la première, on connaîtra l'inclinaison du second plan sur le premier.

Ainsi, pour mesurer l'angle que fait avec le plan de Camper le plan de Baer (qui suit le bord supérieur de l'arcade zygomatique), je place le crâne sur un support quelconque, exactement de profil, comme il a été dit plus haut, sans me préoccuper de son horizontalité, il me suffit que la planche de l'orthogone soit horizontale, peu importe qu'elle soit ou non parallèle à tel ou tel plan crânien. Je mesure alors l'inclinaison du plan de Camper; je trouve qu'elle est, par exemple, de 4 degrés; puis, posant les deux pointes sur les deux extrémités du bord supérieur de l'arcade zygomatique, je trouve que l'inclinaison du plan de Baer est de 6 degrés; mais je remarque que dans le premier cas la tringle antérieure est située plus bas que la postérieure tandis que c'est l'inverse dans le second cas. Mes deux angles sont donc de signes contraires; si je donne à l'un le signe +, l'autre aura le signe —; et il faudra les ajouter pour obtenir le chiffre de 10 degrés qui, exprime exactement sur le crâne en question l'inclinaison des deux plans l'un sur l'autre. Ce procédé, on le voit, est plus simple que celui des angles coorbitaires qui a été indiqué au début de ce travail, car le plan auxiliaire auquel on rapporte successivement les deux plans crâniens A et B est le plan même de la table; on n'est donc pas obligé de constituer ce plan auxiliaire à l'aide des aiguilles orbitaires; en outre, il n'y a plus à donner successivement au crâne deux attitudes déterminées de manière à rendre horizontal d'abord le plan A, puis le plan B, pour mesurer sur chacun d'eux l'inclinaison de l'aiguille orbitaire; enfin il n'y a plus de correction à faire pour obtenir un moyen de l'angle de l'aiguille le véritable angle d'inclinaison du plan biorbitaire.

Le procédé du goniomètre d'inclinaison remplace donc souvent avec avantage le procédé de l'aiguille orbitaire; mais il reste toujours un certain nombre de plans auxquels ce dernier seul et applicable. Ce sont ceux dont les points ou lignes de repère sont situés à la base du crâne et ne sont pas accessibles aux pointes de l'orthogone (ligne de Daubenton, ligne occipitale, ligne naso-basilaire, ligne opisthio-nasale, ligne palatine, etc.). D'un autre côté, le procédé de l'aiguille n'est applicable qu'aux plans symétriques, c'est-à-dire perpendiculaires au plan médian du crâne, tandis que le procédé du goniomètre d'inclinaison peut

être appliqué aux plans latéraux et plus ou moins divergents qu'on étudie sur les normas antérieure, supérieure ou postérieure du crâne.

Ainsi, quoiqu'on puisse souvent choisir entre les deux procédés, il y a des cas qui exigent tantôt l'un, tantôt l'autre; ils ne font donc pas double emploi, et méritent d'être conservés tous deux.

On pourrait croire, d'après l'exposé qui précède, que le goniomètre d'inclinaison ne donne que la direction relative de deux plans, c'est-à-dire l'angle sous lequel ils se coupent, et qu'il ne fait pas connaître leur direction absolue par rapport au vrai plan horizontal, qui est le plan biorbitaire. Mais si l'on adapte une aiguille orbitaire au crâne à l'aide de l'orbitostat, il suffit d'appliquer les deux pointes de l'orthogone sur deux points quelconques de cette aiguille pour obtenir la direction du plan biorbitaire qu'elle représente. On peut donc, avec le goniomètre d'inclinaison, mesurer rapidement, et sans déranger le crâne, les angles coorbitaires de tous les plans qui sont accessibles aux pointes de l'orthogone, et ces angles sont obtenues directement, sans recourir à la formule de correction, avantage précieux en anatomie comparée (1). Toutefois, chez les primates, où l'augment permet de faire la correction avec une grande facilité, sans le secours de la formule, le procédé primitif de l'aiguille orbitaire paraîtra plus simple et plus commode, parce qu'il n'exige d'autre instrument que l'équerre trigonométrique.

L'orthogone dont je me sers aujourd'hui pour appliquer le goniomètre d'inclinaison à l'étude des plans crâniens, n'avait pas été construit primitivement pour cet usage. J'ai déposé il y a déjà longtemps dans le cabinet du laboratoire un instrument très semblable à celui-là, si ce n'est qu'il ne porte qu'une seule équerre au lieu de deux, et que ses diverses pièces sont graduées. Le bord de la planche A (fig. 60) est gradué à partir de A; la branche montante de l'équerre C est graduée avec le zéro en bas; enfin, la tringle G (fig. 61), qui n'est pas cylindrique, mais carrée, est graduée à partir de sa pointe. On peut ainsi déterminer, à l'aide des trois coordonnées rectangulaires de la géométrie analytique à trois dimensions, la position d'un point quelconque

1. Voir plus haut, la note de la page 700.

du crâne par rapport à une origine placée en A''. Mais après divers essais j'ai reconnu, ou cru reconnaître qu'il n'y avait aucun avantage à employer en craniométrie cette méthode des trois coordonnées (1). Il m'avait donc paru inutile de publier mon instrument et je l'avais mis de côté. Mais je l'ai repris lorsque j'ai eu besoin d'un appareil pour appliquer au crâne le goniomètre d'inclinaison, en y ajoutant une seconde équerre et en supprimant la graduation de la tringle, ce qui a permis de la rendre cylindrique et plus maniable. Mais j'ai laissé subsister la graduation du bord de la planche et celle de l'équerre de gauche, afin que l'on puisse, au besoin, se servir de l'orthogone pour appliquer au crâne la méthode des deux coordonnées (2).

Les dimensions de la planche de l'orthogone permettent d'appliquer l'instrument aux crânes des plus grands singes et de la plupart des mammifères. Elles pourront être réduites si l'on ne se préoccupe que de la craniologie humaine; on ne devra pas, toutefois, diminuer la hauteur des équerres, parce que l'on a souvent besoin d'orienter le crâne sur le craniophore du stéréographe avant de le poser sur l'orthogone. Il faut donc que les tringles puissent s'élever jusqu'à 30 centimètres et plus.

De même que l'on peut, à l'aide de l'orthogone, rendre les lignes crâniennes accessibles au goniomètre d'inclinaison, on peut déterminer, dans le reste du squelette, la direction de beaucoup d'autres lignes, à l'aide d'instruments variés sur lesquels on applique la branche exploratrice de ce goniomètre. Toutes les fois que deux points sont accessibles au compas d'épaisseur, il suffit, pour mesurer par rapport à l'horizon l'inclinaison de la ligne qui les unit, de mettre le compas en place, et d'appliquer le go-

1. La méthode des deux coordonnées de la géométrie à deux dimensions est au contraire très-utile pour déterminer la position des points situés dans un même plan. Le procédé de la double équerre que j'ai fait connaître en 1862 (*Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1re série, t. III, p. 534, et dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 96), et qui est recommandé dans les *Instructions générales pour les recherches anthropologiques*, n'est, en réalité qu'une application de la méthode des coordonnées de la géométrie analytique à deux dimensions. L'orthogone donnant trois coordonnées peut, à plus forte raison, n'en donner que deux : il permet donc d'appliquer aisément à la craniométrie le procédé anthropométrique de la double équerre ; mais il est préférable de se servir de l'appareil beaucoup plus simple de M. Topinard, *le Craniophore*, dans *Revue d'anthropologie*, 1872, p. 464).

2. La tringle ne sert alors qu'à indiquer les niveaux. Elle marque les ordonnées sur la graduation verticale de l'équerre, et le pied de l'équerre marque les abscisses sur la graduation horizontale de la planche.

niomètre d'inclinaison sur les deux branches en deux points également distants de leur articulation. Il est clair en effet que la tige du goniomètre est parallèle à la ligne déterminée par les deux pointes du compas, puisque celui-ci est symétrique. Au lieu du compas d'épaisseur, on peut employer, pour déterminer une ligne, une aiguille à tricoter que l'on fixe dans le squelette suivant la direction de cette ligne. On sait que ce moyen est souvent usité, par exemple, pour indiquer extérieurement le prolongement de l'axe de la tête de l'humérus. On fait un petit trou dans le pôle de cette tête, et on y implante une aiguille à tricoter dans la direction qui paraît être celle de l'axe en question. Dès lors, rien de plus facile que de mesurer l'inclinaison de cet axe sur l'axe du corps de l'humérus en tenant celui-ci vertical et en appliquant légèrement le goniomètre d'inclinaison sur la partie extérieure de l'aiguille. Un petit instrument que j'appelle *l'arc à pointes* et qui fait partie de mon *tropomètre* (appareil destiné à mesurer la torsion de l'humérus) permet de représenter l'axe de la tête humérale sans recourir à l'implantation de l'aiguille à tricoter ; les deux pointes de cet arc se fixent à l'aide d'une légère pression sur les deux points opposés de l'extrémité humérale où l'on juge qu'aboutit l'axe de la tête, et l'on applique le goniomètre d'inclinaison sur la tige mobile qui forme la corde de l'axe et qui représente le prolongement de l'axe. L'arc à pointes peut s'appliquer également sur l'extrémité supérieure du fémur, pour déterminer la direction de l'axe du col du fémur, dont on mesure l'inclinaison de la même manière.

L'exposé qui précède a montré que le goniomètre d'inclinaison permet de mesurer, avec une précision au moins égale à celle des goniomètres à quadrant, un grand nombre d'angles auxquels il serait ou très difficile ou tout à fait impossible d'appliquer ces derniers. Il y a en outre beaucoup de cas où, sans prétendre à la précision, il peut donner des résultats approximatifs qui ne manquent pas d'utilité. Ainsi, il permet d'apprécier très suffisamment la direction des côtes par rapport à l'horizon ou par rapport à la colonne vertébrale ; si le bord supérieur d'une côte était dans un même plan, il suffirait d'y appliquer en deux points quelconques la branche exploratrice du goniomètre d'inclinaison, pour obtenir avec une exactitude parfaite la direction de la côte. Il n'en est pas

ainsi ; on sait que le plus souvent la courbe du bord costal se développe dans une surface gauche ; l'inclinaison de ce bord ne peut donc pas être mesurée exactement. La côte présente néanmoins une certaine direction générale que l'on obtient assez approximativement en appliquant la branche exploratrice du goniomètre sur l'angle de la côte et sur sa partie moyenne. En donnant à la colonne vertébrale des quadrupèdes une direction verticale ou à peu près verticale, on peut connaître suffisamment par ce procédé l'inclinaison des diverses côtes sur cette colonne.

D'ailleurs, lorsqu'on a besoin que d'une approximation, il n'est pas nécessaire que la branche du goniomètre vienne reposer sur les points de repère d'une ligne ou d'un plan. En fermant un œil et en tenant la branche avec les deux mains au-devant de l'autre œil, de manière à viser sur son bord supérieur une ligne même éloignée, on peut donner à ce bord la direction de cette ligne, et un aide sert le bouton du goniomètre pendant qu'on maintient la branche; on arrive même aisément à serrer soi-même le bouton avec l'index sans déranger sensiblement l'instrument. On pourrait ainsi utiliser le goniomètre d'inclinaison pour apprécier l'inclinaison d'une ligne ou d'une pente dans un dessin à distance, dans une esquisse d'architecture ou dans une ébauche topographique, surtout si l'on appuyait les coudes sur une table pour donner aux mains plus de fixité.

MÉTHODE DES MOYENNES

ÉTUDE

DES VARIATIONS CRANIOMÉTRIQUES

ET

DE LEUR INFLUENCE SUR LES MOYENNES DÉTERMINATIONS DE LA SÉRIE SUFFISANTE

(*Bulletins de la Société d'anthropologie*, 3e série. T. II, 1879, p. 756-820.)

---

§ 1. — *De la méthode des moyennes.*

Quelque différents que soient les types crâniens dans les races humaines, ils sont reliés entre eux par des gradations si nombreuses et ils sont en outre si variables dans une même population, que l'observateur le plus expérimenté ne saurait se flatter de saisir à la simple vue toutes ces nuances et que l'écrivain le plus habile ne saurait réussir à les décrire avec une entière précision. De là découle la nécessité de la craniométrie, qui permet de déterminer exactement l'état de chaque caractère, d'en exprimer tous les degrés par des chiffres et d'en constater toutes les différences, même celles qui sont trop faibles pour frapper les yeux.

La craniométrie, appliquée à l'étude d'un cas isolé, fournit un moyen de description très utile sans aucun doute, mais qui pourrait à la rigueur être suppléé par des figures ou par un texte suffisamment détaillé, et si la craniométrie n'avait pas d'autre but elle n'aurait qu'une importance secondaire.

Le véritable but de la craniométrie n'est pas l'étude des individus, c'est l'étude des groupes.

Dans toute race, dans toute population, quelque pure qu'elle soit, chaque caractère crânien présente des variations individuelles assez étendues, et ces variations, que l'on peut considérer comme des oscillations par rapport au type essentiel de la race, sont très inégalement réparties sur les divers caractères du même crâne. Lorsqu'on examine un crâne on y trouve le plus

souvent, à côté de certains caractères qui lui sont communs avec la majorité des crânes de même provenance, d'autres caractères plus ou moins exceptionnels, et il n'arrive pour ainsi dire jamais qu'un crâne soit typique dans toutes ses parties. Il ne pourrait l'être que si tous ses caractères, sans exception, étaient un à un conformes à ceux de la majorité, et alors même que ce crâne privilégié existerait par hasard dans une série, on ne pourrait le reconnaître qu'après l'avoir comparé avec tous les autres par des mensurations rigoureuses. Mais l'expérience a prouvé que cette recherche est illusoire. Tout ce que l'on peut faire, pour représenter le mieux possible par le dessin ou la photographie le type d'une race, c'est de chercher parmi les crânes que l'on a réunis celui qui paraît se rapprocher le plus de ce type par ses principaux caractères, et quant au crâne absolument typique, tout le monde sait bien qu'il n'existe qu'à l'état virtuel.

Or, la craniométrie, pratiquée sur une série suffisamment nombreuse, permet de constituer ce crâne virtuel, d'en déterminer toutes les dimensions, tous les caractères mesurables aussi sûrement que si on l'avait dans la main, et que si on pouvait y appliquer directement les instruments ; on obtient ce résultat en prenant la moyenne de chacune des dimensions mesurées, c'est-à-dire en faisant la somme des chiffres individuels et en la divisant par le nombre des crânes mesurés.

La *détermination de la moyenne* est le résultat le plus général de la craniométrie collective, mais il est clair qu'elle ne constitue qu'une partie de l'étude d'une série. Elle doit être précédée avant tout de la formation de la série, de l'exclusion des crânes d'enfants et des crânes pathologiques ou manifestement anormaux, de la distinction des crânes masculins, féminins ou de sexe incertain. Elle doit être accompagnée de l'examen comparatif de tous les crânes de la série classés par sexes et disposés en colonnes sur le registre des relevés. Cet examen comparatif fait connaître *l'étendue des variations* de chaque mesure, c'est-à-dire ses oscillations au-dessus et au-dessous de sa moyenne; il montre d'abord les oscillations extrêmes (maximum et minimum), dont les chiffres doivent toujours escorter le chiffre de la moyenne; puis il montre la répartition des variations moins fortes, et leur degré de fréquence, que l'on constate

par *le procédé de l'ordination* et que l'on peut présenter à l'œil au moyen d'une courbe, ou à l'esprit par des nombres réduits en centièmes ; enfin il permet d'appliquer le procédé plus compliqué de la *sériation*, qui consiste à ordonner la série entière par rapport à un caractère déterminé, puis à la subdiviser de haut en bas en un certain nombre de tronçons que l'on considère comme autant de séries partielles, et à prendre sur chacune de ces séries partielles les moyennes des divers caractères que l'on veut comparer avec le premier. Ce procédé de la sériation fournit des renseignements très précieux sur l'influence que certains caractères exercent sur les autres, et trouve son application la plus utile dans l'étude des séries qui proviennent de races croisées. C'est ainsi que, dans une population issue du mélange d'une race dolichocéphale et d'une race brachycéphale, on parvient à reconstituer le type de chacune de ces deux races et à reconnaître leurs différences sous le rapport de la capacité, de l'indice nasal, de l'indice orbitaire, de l'indice facial, etc.

Tous ces procédés d'analyse et de synthèse font partie d'une même méthode que j'ai désignée sous le titre général de *méthode des moyennes*, pour la distinguer des procédés qui étaient en usage à l'époque où j'ai commencé mes travaux.

Beaucoup d'auteurs, pour étudier les caractères craniologiques d'une race, plaçaient devant eux les crânes qui en provenaient, choisissaient celui qui leur paraissait le plus typique, en faisaient la base de toute leur description, et en publiaient le dessin. Sur quoi reposait le choix de ce type ? sur des appréciations qui variaient beaucoup suivant la nature des esprits.

Les uns, se proposant de rendre les distinctions plus commodes, prenaient pour type le crâne sur lequel les caractères de la race étaient le plus accentués. Ils choisissaient par exemple pour représenter la race nègre, le crâne le plus prognathe, le plus dolichocéphale, celui qui avait le front le plus étroit, l'angle facial le plus aigu, les dents les plus grandes et les plus obliques, le visage le plus bestial. C'était très amusant, très pittoresque, mais c'était absolument faux, puisqu'on prenait ainsi l'exception pour la règle.

D'autres, mieux avisés, cherchaient au contraire le crâne qui

leur paraissait le plus exempt d'anomalies et de variations. A cet effet ils comparaient les divers crânes de la série, grande ou petite (le plus souvent petite) dont ils disposaient ; ils excluaient successivement ceux qui présentaient tel ou tel caractère à l'état d'exagération ou d'amoindrissement. A quoi reconnaissaient-ils qu'un caractère était exagéré ou amoindri ? à sa divergence par rapport à un certain état moyen observé dans l'ensemble de la série. Cet état moyen, l'observateur se le représentait plus ou moins exactement d'après ses impressions cranioscopiques ; en réalité c'était une *moyenne* qu'il prenait dans son esprit, mais une moyenne incorrecte, aléatoire, qui dépendait de sa sagacité personnelle, de ses facultés artistiques, et aussi, très souvent, de ses idées préconçues.

D'autres auteurs enfin, et c'était le plus grand nombre, avaient reconnu l'insuffisance de la *cranioscopie* et compris la nécessité de substituer à ces appréciations trop incertaines des déterminations numériques, au moyen de la *craniométrie*. Ils dressaient donc des tableaux de mensurations plus ou moins complets et pouvaient, à l'aide de ces tableaux, exprimer l'état moyen de chaque caractère à l'aide d'un certain chiffre moyen. L'idée de la moyenne craniométrique était donc acceptée, et même banale; mais on ne pouvait pas dire cependant que l'étude des moyennes fût constituée à l'état de méthode, car, d'une part, on donnait au nom de *moyenne* des acceptions assez variables, et d'une autre part, on ne se préoccupait pas des conditions qui pouvaient rendre une moyenne plus ou moins valable.

Retzius, qui, le premier, en 1842, dans son célèbre mémoire sur les *Formes crâniennes des habitants du Nord* (1), s'appuya

1. *Om Formen af Nordboarnes*, dans *Förhandlingar vid De Skandinaviska Naturforskarne tredje Möte i Stockholm*, juli, 1842, p. 157. Ce mémoire a paru en allemand, en 1845, dans les *Archives de Müller*, et en français, en 1846, dans les *Annales des sciences naturelles*. Nous le citons d'après l'édition allemande posthume des œuvres ethnologiques d'André Retzius, publiée par son fils, Gustave Retzius : *Ethnologische Schriften* von Anders Retzius, Stockolm, 1864, 1 vol. in-fol. — Retzius n'est pas le seul auteur qui ait mesuré des crânes ; mais les mesures de Sandifort (1838) étaient purement individuelles, très-peu méthodiques, et l'auteur, tout en les publiant vis-à-vis de chaque crâne, ne s'en est pas servi dans ses descriptions. Les phrénologistes avaient également publié diverses mesures craniométriques. Lélut et surtout Parchappe (1836) s'étaient occupés de la mensuration de la tête des individus vivants. Ce dernier s'était efforcé de donner quelque régularité à ces mensurations ; il avait, en outre, ajouté à ses tableaux céphalométriques quelques mesures prises sur un assez petit nombre de crânes ; mais son but était d'étudier les questions phrénologiques et non de chercher à déterminer les caractères craniologiques. On trouve, toutes

sur des résultats craniométriques, ne prenait ses moyennes que sur de très petites séries. « Comme la plupart des caractères, dit-il, reposent sur le plus ou moins grand développement des parties du crâne, il est nécessaire d'employer les mensurations dans les descriptions. J'en ai limité le nombre autant que j'ai pu le faire sans rendre les résultats trop incomplets, et je me suis servi des mesures métriques. Pour les crânes suédois, je n'ai point pris mes mesures sur toute la collection, qui comprend deux cents à trois cents crânes ; mais, après une revue plusieurs fois répétée, j'ai choisi cinq crânes, quatre d'homme et un de femme, qui présentent les formes proportionnelles les plus communes dans toute la collection (édit. citée, p. 3). » A la page suivante, l'auteur caractérise les Suédois d'après les mesures moyennes (*in mittlere Zahl*) de ces cinq crânes : diamètre longitudinal, 190 millimètres ; diamètre transversal, 147 ; circonférence horizontale, 540, etc. Puis il donne, p. 8, les moyennes de quatre crânes slaves, et p. 12, celle de six crânes finnois. Ces moyennes ont été prises régulièrement, en faisant la somme des mesures individuelles et en la divisant par le nombre des crânes. Le procédé est correct, si ce n'est que la faiblesse des séries ne permet d'accorder aucune confiance aux résultats. L'auteur paraît s'en être aperçu, car il reconnaît, p. 8, que le nombre de de ses crânes slaves est trop petit. Mais alors pourquoi a-t-il volontairement limité à cinq sa série de crânes suédois ! Lorsqu'il arrive aux Lapons, p. 16, il se ravise et multiplie davantage ses observations. Sur les 22 crânes lapons du musée de l'Institut carolinien, il élimine sagement les crânes d'enfants et ceux dont la provenance n'est pas certaine ; la série étant ainsi réduite à 16 (3 femmes et 13 hommes), il la mesure entièrement, après quoi il suit, pour la détermination des moyennes, un procédé entiè-

fois, dans son premier mémoire *sur l'Encéphale*, un passage qui, bien que très-court, mérite toute l'attention des crâniologistes. Parlant des mesures qui ont été prises par Gérard Audran sur la tête de l'Apollon Pithien, il fait remarquer que le rapport de la longueur à la largeur serait, sur cette tête de 100 à 57 ; et il ajoute : « Les mesures prises avec exactitude sur la tête humaine donnent, par rapport de ces deux dimensions, 100 : 76 » ; et il en conclut que les proportions de la statue ne sont pas naturelles. Il est inutile de faire remarquer que ce rapport centésimal est celui sur lequel Retzius a fait reposer, en 1842, la distinction des dolichocéphales et des brachycéphales, et que j'ai nommé depuis l'*indice céphalique*. (Parchappe, *Recherches sur l'encéphale*, 1er mémoire, Paris, 1836, in-8°. p. 53.)

rement différent du précédent. La moyenne, cette fois, est le chiffre qui a été observé le plus fréquemment.

« Le diamètre longitudinal maximun, dit-il, est de 155 sur le plus petit crâne, et de 180 sur le plus grand. Cinq crânes sont au-dessous de 170 ; sept sont dans les environs de 170, deux au-dessus de 175 et deux sont à 180. La longueur moyenne (*die mittlere Grosse*) de ce diamètre est d'après cela de 170. J'ai cru devoir prendre comme chiffre moyen (*als mittlere Zahl*) de cette mesure *celui qui existe sur le plus grand nombre de crânes*.

« Le diamètre transversal maximum varie entre 133 et 156. Sur douze crânes, il varie seulement entre 140 et 149, et parmi eux cinq sont à 147, *chiffre qui peut aussi, mieux que tout autre, être considéré comme moyen.* »

On voit que Retzius n'attachait pas toujours la même acception au mot *moyenne*. Son second procédé offrait quelque analogie avec celui que l'on emploie en statistique pour obtenir les résultats *probables*, tandis que le premier était celui qui sert à établir les résultats *moyens ;* cela ne l'empêchait pas de comparer entre elles des moyennes aussi dissemblables. On remarquera en outre que la moyenne suédoise, tirée de cinq crânes préalablement *choisis parmi plus de deux cents*, diffère essentiellement de celle des crânes slaves et des crânes finnois qui ont été tous mesurés. Il m'est permis de dire, par conséquent, que Retzius prenait ses moyennes sans aucune méthode.

Parmi les procédés qu'il avait suivis, ses successeurs choisirent le plus correct, celui qui donne des moyennes véritables, obtenues en divisant chaque somme par le nombre des crânes ; mais, tout en exprimant par des chiffres parfaitement exacts les dimensions moyennes des crânes mesurés, ils ne se demandèrent pas quel degré de confiance il fallait attacher à ces chiffres. Ils ne se servaient pas des moyennes comme d'une méthode destinée à exprimer les caractères d'une race ou d'une population et à en déterminer le type, mais seulement comme d'un procédé commode pour comparer entre deux ou plusieurs groupes de crânes, alors même que ces groupes ne comprenaient que très peu de crânes. Ainsi Baer, qui était, après

Retzius, la plus grande autorité de cette époque, publiait dans ses *Crania selecta* (1), les moyennes de 5 Chinois (p. 22), de 4 Alfourous (p. 10), de 3 Papous (p. 8), de 3 insulaires de Kadjak (p. 18), de 2 Aléoutes d'Atchen (p. 27), de 2 Mongols (p. 20). Il est bien évident, d'après cela, qu'il ne cherchait pas dans les moyennes une caractéristique des types ethniques, car un homme comme lui ne pouvait ignorer qu'il y a dans chaque race de grandes variations individuelles, et que les moyennes prises sur un aussi petit nombre de crânes sont entièrement à la merci du hasard.

Dans ces conditions, la craniométrie, je ne crains pas de le dire, était plus nuisible qu'utile. Elle aurait eu une utilité réelle, quoique assez restreinte, si l'on s'était borné, comme Sandifort (2), à compléter la description d'un crâne isolé par le tableau de ses principales mesures ; mais dès le moment qu'on s'en servait pour constituer des moyennes, sans autre but que de substituer à un groupe quelconque, grand ou petit, un résumé de ce groupe, elle devenait la plus trompeuse des méthodes de recherche, et les erreurs qu'elle engendrait étaient d'autant plus fâcheuses qu'on ne s'en méfiait pas, en les voyant assises sur la base respectable de l'arithmétique. Un caractère exprimé en chiffres paraissant tout à fait certain, on ne cherchait pas à apprécier la signification de ces chiffres ; on ne se préoccupait pas des conditions qui pouvaient leur donner une valeur plus ou moins réelle, plus ou moins illusoire ; on ne songeait pas, par exemple, que dans beaucoup de cas, il aurait suffi d'ajouter un seul crâne à tel ou tel groupe pour altérer considérablement les moyennes, et pour bouleverser les comparaisons.

Ces inconvénients m'avaient vivement frappé à l'époque où, simple amateur des questions d'anthropologie, je me bornais à lire les publications craniologiques qui paraissaient de temps à autre à l'étranger (car il n'était pas encore question, en France, de la craniométrie). Partisans déclaré de la méthode statistique en médecine, en ayant fait un usage fréquent dans mes travaux

1. Ern. de Baer, *Crania selecta ex thesauris anthropologicis Academiæ imp. petropolitanæ*. Saint-Pétersbourg, 1850, gr. in-4° avec pl.

2. Gérard Sandifort, *Tabulæ craniorum diversarum nationum*. Leyde, 1838, in-folio.

de pathologie et de thérapeutique, j'avais eu plus d'une foi l'occasion de répondre aux objections qu'on lui opposait, et de montrer que ces objections, quelquefois motivées par de fausses applications, n'atteignaient pas la méthode elle-même (1) ; mais, par là même, je n'avais pas confiance dans les relevés craniométriques publiés jusqu'alors ; et lorsque je me décidai, en 1858, à entreprendre à mon tour des recherches anthropologiques, je n'attachai d'abord aucune importance à la craniométrie. Dans mes fréquentes visites à la galerie du Muséum, dont M. de Quatrefages m'avait libéralement ouvert les portes, j'étudiais les crânes de mon mieux, par la cranioscopie ordinaire, mais sans me servir du compas, non plus que du ruban. Cela dura trois années ; mais, en y réfléchissant, je m'aperçus que je me privais de ce qu'il a de plus certain dans l'étude du crâne : je reconnus que la craniométrie n'était défectueuse que par l'emploi peu méthodique qu'on en faisait, et que, pour en faire la meilleure base de la craniologie, il suffisait de la soumettre aux règles les plus élémentaires de la statistique, ou plutôt du calcul des probabilités. Les variations individuelles, qui font l'incertitude des moyennes, sont maintenues dans de certaines limites par les lois naturelles. On les attribue au hasard, parce qu'on n'en connaît pas tous les facteurs, et parce que les causes multiples qui les produisent se combinent de diverses manières ; mais ces combinaisons, comme celles qu'étudie le calcul, donnent des résultats dont les oscillations extrêmes sont reliées entre elles par tous les degrés intermédiaires, et dont l'ensemble constitue une *série*, soumise à de certaines lois. La forme des résultats sériaires varie beaucoup sans doute, suivant la nature des faits ; mais il y a deux phénomènes généraux qui se manifestent dans toutes les grandes séries naturelles et homogènes, et que l'on peut formuler ainsi : 1° les faits deviennent d'autant plus rares, c'est-à-dire d'autant moins probables, qu'ils s'écartent davantage du degré typique ; 2° leurs oscillations se répartissent au-dessus et au-dessous de ce degré de manière à se compenser approximativement dans les moyennes. La craniométrie collective répondra à ces deux conditions si les crânes

1. *Du degré d'utilité de la statistique*, dans *Moniteur des Hôpitaux*, t. II, nos du 10 et du 13 janvier 1857.

qu'elle étudie *sont suffisamment nombreux*, s'ils sont sont *suffisamment homogènes* quant à leur provenance, et s'ils *n'ont pas été choisis systématiquement*, suivant une idée préconçue ou dans un but déterminé. Les crânes réunis conformément à ces indications ne forment pas seulement des *groupes*, mais des *séries* qui représentent l'état naturel des choses, et auxquelles le calcul des moyennes peut être appliqué avec sécurité.

La craniométrie, alors, offre le double avantage de faire connaître les variations individuelles, leurs oscillations, leur répartition, ainsi que le type moyen de la série; elle va même plus loin, et lorsque la race est formée du mélange de deux ou plusieurs races, elle permet de retrouver, par le moyen de la *sériation*, les caractères propres à chacune d'elles.

Je fis l'application de ces principes dans mon premier travail de craniométrie, communiqué à la Société le 4 juillet 1861. Les grands travaux de voirie exécutés à Paris m'ayant fourni l'occasion de recueillir des crânes de diverses époques, je m'attachai à constituer, pour la première fois, de très grandes séries, qui furent portées chacune à 125 crânes, et qui étaient bien de véritables *séries*, car elles avaient été faites sans choix, « en prenant indistinctement, parmi les ossements de chaque provenance, tous les crânes *entiers* et *complets*, dans l'ordre où le hasard les a présentés jusqu'au nombre de 125 (1) ». N'ayant pas encore acquis assez d'expérience pour connaître l'étendue et la répartition des variations individuelles, j'avais mieux aimé aller au-delà du nécessaire que de rester en deçà, et j'avais fait des séries très fortes afin d'être sûr d'obtenir des moyennes correctes.

Je ne m'étais pas borné, dans ce premier travail, à l'étude des moyennes; j'avais eu recours en même temps aux deux procédés principaux de l'analyse des séries, savoir : au procédé de l'*ordination* et à celui de la *sériation*.

Par l'ordination des indices céphaliques, j'avais constaté l'insuffisance et le caractère arbitraire de la classification dichotomique de Retzius, qui répartissait toute l'humanité en deux

1. *Sur les crânes provenant d'un cimetière de la Cité antérieur au treizième siècle*, dans *Bulletin de la Société d'anthropologie*, 1re série, t. II, p. 504 (4 juillet 1861), et dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 334.

groupes, les brachycéphales et les dolichocéphales; j'avais été conduit à remplacer cette *dichotomie* illusoire par une *nomenclature* à cinq termes exactement définis (1).

Puis, appliquant à la série ainsi ordonnée le procédé de la sériation, et étudiant la capacité du crâne dans chacune des cinq séries partielles des crânes du douzième siècle, j'avais pu constater l'influence de l'indice céphalique sur cette capacité, reconnaître que la série totale représentait une population issue du mélange de deux races, et poser les premières bases du parallèle de ces deux races (2).

Telle fut la méthode que j'appliquai, en 1861, à l'étude de la craniométrie et que j'ai constamment suivie, depuis lors, à cela près que tout en continuant à considérer la *force* des séries, c'est-à-dire le nombre des crânes qui la composent, comme le garant de la solidité des résultats, j'ai reconnu la possibilité de restreindre considérablement ce nombre sans nuire notablement à la valeur des moyennes.

Cette méthode, que je crois avoir le premier appliquée correctement aux études craniométriques, n'était certes pas nouvelle. C'était depuis longtemps celle des statisticiens, celle de tous les hommes qui ont appliqué le calcul à l'étude des faits variables. J'aurais donc pu l'appeler *méthode statistique ;* mais ce nom aurait été trop ambitieux, car la statistique proprement dite met en œuvre des séries immenses, auxquelles les modestes séries craniométriques ne sauraient être comparées.

J'ai donc désigné cette méthode sous le nom de *méthode des*

1. Brachycéphales, sous-brachycéphales, mésaticéphales, sous-dolichocéphales et dolichocéphales, *loc. cit.*, p. 507, et dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 339.

2. *Loc. cit.*, p. 510, et dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 341. L'existence, dans la population parisienne du douzième siècle, de deux races, l'une brachycéphale ou sous-brachycéphale, l'autre dolichocéphale ou sous-dolichocéphale était révélée par ce fait que la capacité du crâne ne présentait pas une répartition régulière dans la série ordonnée d'après les indices céphaliques, qu'elle était moindre dans le groupe des mésaticéphales que dans les deux groupes dolichocéphales, et beaucoup moindre dans ces deux derniers groupes que dans le groupe brachycéphale. Or, la série entière était mésaticéphale. Rien ne pouvait donc expliquer cette répartition singulière, si ce n'est le mélange de deux races différant l'une de l'autre à la fois par l'indice céphalique et par la capacité du crâne. J'ajoute que c'est également d'après la répartition irrégulière de la série des tailles dans le département du Doubs, que M. Bertillon a donné une démonstration brillante de l'existence de deux races, l'une grande, l'autre petite, dans la population de ce département (voir Bertillon, *De la méthode en anthropologie*, dans *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1re série, t. IV, p. 234, séance du 16 avril 1863).

moyennes, parce que la détermination des moyennes en est le résultat le plus net, le plus simple et le plus important, parce que les séries sont constituées en vue de ce résultat, et, parce que, dans l'analyse des séries, il est nécessaire d'avoir continuellement sous les yeux les moyennes générales, soit pour mesurer l'étendue et la répartition des écarts individuels, soit pour discerner l'influence respective de deux éléments ethniques mélangés dans la série, soit pour apprécier la significaiion des moyennes partielles obtenues par le procédé de la sériation.

Toutes ces recherches, relatives à la mise en œuvre des séries craniométriques (ou anthropométriques), forment un ensemble méthodique auquel on ne peut refuser le titre de méthode, et comme toute méthode doit avoir un nom, il est naturel que ce nom soit emprunté à ce qu'il y a en elle de plus essentiel. Voilà pourquoi je me suis servi du nom de *méthode des moyennes*.

Mais ce nom a donné le change à quelques-uns de nos collègues. Ils ont cru, lorsque je parlais de la méthode des moyennes, lorsque je l'employais ou lorsque je la recommandais comme la vraie méthode des recherches craniométriques, que je n'avais en vue que le calcul des moyennes; ils m'ont prêté l'idée de ramener à la détermination des moyennes toutes les recherches craniométriques; dès lors ils ont eu beau jeu pour montrer qu'il ne suffisait pas, pour connaître une série, d'en prendre les moyennes, qu'il fallait y joindre l'étude des écarts et celle de la répartition des variations. J'espère que s'ils veulent bien se reporter à mes publications de craniologie générale ou spéciale, ils reconnaîtront que, pour ce qui me concerne, cette recommandation est inutile. Dans tous mes tableaux craniométriques, j'ai constamment donné, à côté des moyennes, le maximum et le minimum de chaque mesure, souvent même le second maximum et le second minimum. Quant à la décomposition des séries, je l'ai toujours faite sur mes registres, et je m'en suis servi dans la rédaction du texte; mais je ne pouvais évidemment pas la publier : il aurait fallu pour cela imprimer les registres eux-mêmes, qui sont immenses. La nécessité de l'emploi des grandes séries et la multiplicité extrême des mesures prises sur chaque crâne rendent cette publication presque impos-

sible dans un mémoire de craniologie ethnique. D'ailleurs la plupart des lecteurs ne se retrouveraient pas dans ces immenses tableaux de chiffres, car un travail de ce genre ne s'adresse pas seulement à la très petite catégorie des personnes qui auraient à faire, par elles-mêmes, de nouvelles recherches, de nouvelles comparaisons sur le sujet spécial du mémoire; il s'adresse aussi et plus encore à tous ceux qui, sans vouer tout leur temps à la craniologie, désirent en étudier la marche et en connaître les résultats. Ceux-ci constituent la masse des lecteurs; trouvant dans le texte tous les faits que l'auteur a constatés par l'étude complète de la série ou des séries observées, et il leur suffit d'avoir sous les yeux, comme pièce justificative, le tableau des moyennes accompagné des maxima et des minima.

Dans les publications plus spéciales, relatives à un *seul* caractère craniométrique, le tableau de la décomposition des séries peut être rendu assez court pour être publié, assez simple pour être compris au premier coup d'œil; il est utile alors de le présenter au lecteur; c'est ce que j'ai fait dans mon *Mémoire sur l'indice nasal* (1). Mais si l'on voulait réunir seulement deux caractères en un seul tableau synoptique comme l'a fait M. Welcker pour comparer la circonférence du crâne avec sa capacité, le tableau exigerait pour être compris une étude approfondie (2), et, si l'on y joignait un troisième caractère, le tableau deviendrait à peu près incompréhensible. Il faudrait donc, dans un mémoire de craniologie générale, publier non-seulement le tableau complet des mensurations individuelles de chaque série, mais encore un tableau d'ordination spécial pour chaque caractère, plus les nombreux tableaux de sériation de chaque caractère comparé à chaque autre; il faudrait, en un mot, que l'auteur fît imprimer tous les documents dont il s'est servi et dont l'étendue excède souvent dix fois le texte du mémoire. Si ce n'était que coûteux, ce serait déjà un inconvénient; mais ce serait accablant pour le lecteur.

En résumé, je pense qu'il suffit, dans la plupart des cas, de donner le tableau des moyennes et des écarts maxima et minima.

1. *Revue d'anthropologie*, 1872, t. I, p. 38, 2e tableau hors texte, et dans ce volume p. 338.
2. Weber. *Untersuchungen ueber Wachsthum und Bau der menschl. Schädel*, Leipzig, 1872, in-fol., 1er tableau de la planche XVII.

Je ne méconnais pas l'utilité d'une publication où seraient reproduits intégralement, par la lythographie ou par la typographie, les gros registres in-folio ou in-quarto sur lesquels j'ai consigné toutes les mensurations de soixante séries de crânes avec leur moyennes sexuelles et générales, avec leur diverses subdivisions d'ordination et de sériation. Cette vaste publication qu'il suffirait de tirer à un très petit nombre d'exemplaires, pourrait être déposée dans les laboratoires et fournirait aux investigateurs, pour leurs recherches variées aussi bien que pour le contrôle, une mine de documents qui leur serait, je pense, très utile. En attendant, l'exemplaire manuscrit qui est déposé dans notre laboratoire est mis à la disposition des savants français et étrangers qui désirent y puiser.

§ 2. — *Des écarts et des variations craniométriques en général.*

J'ai déjà dit et je ne saurais trop répéter que le but de la constitution des séries et de la craniométrie collective est de faire disparaître les incertitudes qui résultent des variations individuelles. Celles-ci sont assez étendues, même dans la race la plus pure, pour dépasser les limites qui la séparent des autres races, de sorte qu'il est impossible de connaître une race d'après un seul crâne, et même d'après nn petit nombre de crânes, La méthode des moyennes appliquée à des séries *suffisamment nombreuses* peut seule discerner, au milieu des oscillations de chaque caractère, le degré qui est propre à chaque race, grâce à la compensation qui s'établit entre les écarts extrêmes.

Mais quel est le chiffre auquel doit être portée une série craniométrique pour atteindre ce but, c'est-à-dire pour devenir *suffisante?*

Les notions les plus élémentaires du calcul des probabilités nous montrent que la compensation des écarts exige un nombre de cas d'autant plus grand que ces écarts sont plus grands eux-mêmes.

Il est donc nécessaire, pour répondre à la question qui précède, d'étudier l'étendue des écarts des éléments craniométriques. C'est ce que nous allons faire maintenant.

On éprouve souvent le désir de savoir jusqu'à qu'elles limites

peuvent s'étendre, dans le genre humain, les variations d'un caractère. Cette notion a beaucoup d'importance dans les études d'anthropologie zoologique, lorsqu'on cherche à apprécier la distance qui sépare le type humain des divers types simiens; mais elle n'a guère plus qu'un intérêt de curiosité, lorsqu'on se place exclusivement au point de vue de la craniologie humaine. Dans ce dernier cas, on se propose de comparer les races ou populations humaines entre elles, et pour cela de connaître chacune d'elles en particulier. Ce n'est donc pas par rapport à l'humanité entière que les variations craniométriques doivent être étudiées, mais par rapport à chacun de ses groupes, représentés dans nos musées par des séries craniologiques.

Définissons d'abord quelques expressions et quelques signes dont nous aurons à nous servir.

Tout caractère craniométrique a, dans chaque série, sa moyenne (M ou Moy.) représentée par un chiffre que l'on obtient en faisant la somme (S) de tous les chiffres partiels et en divisant cette somme par le *nombre* (n) des cas observés; ainsi $M = \frac{S}{n}$.

Considéré dans chaque crâne en particulier, ce caractère est exprimé par un nombre entier; il ne coïncide donc presque jamais avec la moyenne, qui est presque toujours un nombre fractionnaire. Il s'en écarte soit en plus, soit en moins, d'une certaine quantité très variable qu'on nomme l'*écart* et qui est exprimée par la lettre e. On écrit $+ e$ lorsque l'écart se fait au-dessus de la moyenne et $- e$ lorsqu'il se fait au-dessous.

Le plus grand écart en plus se marque $+$ E et donne le *maximum* du caractère dans la série; le plus grand écart en moins, $-$ E, donne le *minimum*.

Il est souvent utile d'indiquer le *second maximum* et le *second minimum*. Le second maximum d'une série est le chiffre qui approche le plus du maximum. Lorsque le même chiffre maximum se rencontre sur deux ou plusieurs crânes, le second maximum se confond évidemment avec le premier; mais lorsqu'il y a entre le premier maximum et le second un intervalle considérable, il y a lieu de se demander si le premier ne serait pas dû à quelque anomalie, et cette présomption devient d'au-

tant plus forte que la série est plus grande. L'indication du second maximum est donc souvent intéressante, ainsi que celle du second minimum, et on doit en tenir grand compte surtout dans la constitution et dans l'épuration des séries. Mais ici nous ne considérons que des séries convenablement constituées, et nous n'avons à nous occuper par conséquent que du maximum et du minimum proprement dits.

La différence entre le maximum et le minimum donne *l'amplitude des oscillations* du caractère que l'on étudie. Il est clair que cette amplitude est égale à la somme des deux écarts extrêmes + E et — E, que l'on ajoute l'un à l'autre sans tenir compte de leurs signes respectifs.

Les deux grands écarts + E et — E sont très rarement égaux entre eux. Celui des deux qui est le plus grand constitue la variation la plus extrême ou l'écart maximum observé dans la série entière pour le caractère en question, et se note lim. E (limite des écarts).

L'expression lim. E ne porte pas de signe ; mais le chiffre qui la représente prend, suivant les cas, le signe + ou le signe —. Ainsi, si le plus grand écart s'observe au-dessus de la moyenne, et s'il est de 15 millimètres, on écrit lim. E =+ 15 mm.

C'est ce chiffre, lim. E, qui détermine le degré de variabilité d'un caractère dans une série. On est quelquefois tenté de lui substituer la moitié de l'amplitude, c'est-à-dire la demi-somme du maximum et du minimum ; ce serait exact si la moyenne était située à égale distance de ces deux limites ; mais il n'en est rien dans la très grande majorité des cas. C'est une illusion de croire, comme l'on fait quelques statisticiens plus versés dans le calcul des probabilités que dans la connaissance des faits biologiques, c'est une illusion, dis-je, de croire que les variations en plus et en moins soient répartis symétriquement des deux côtés de la moyenne. Cette symétrie ne s'observe que dans les variations qui dépendent d'une chance simple, comme celle du tirage au sort ; ont constate alors par le calcul que les chances des diverses combinaisons, depuis la plus extrême, qui est la plus rare, jusqu'à la chance moyenne, qui est la plus commune, sont représentées par les coefficients du binôme de Newton, et réparties comme eux d'une manière parfaitement symétrique ;

puis, lorsqu'on vérifie le fait sur des tirages très nombreux, comme ceux des grandes loteries ou des jeux publics, on voit le résultat expérimental se rapprocher d'autant plus du résultat calculé que le nombre des faits est plus considérable ; enfin, si l'on a recours au procédé de la mise en courbe pour présenter à l'œil la répartition des chances, on remarque que la courbe passe successivement sur tous les points dont les ordonnées correspondent aux coefficients du binôme, d'où est venu le nom défectueux de *courbe binomiale*, proposé par Quetelet (1).

Mais tout autres sont les variations qui, comme les variations anthropologiques et en particulier les variations craniométriques, dépendent de causes multiples. Le moindre mélange de races atténue la cohésion du type et rompt toute symétrie ; car la race la plus nombreuse attire la moyenne générale vers sa moyenne propre, et la rapproche par conséquent de l'un des deux écarts extrêmes en l'éloignant de l'autre : et même dans le cas à peu près idéal où la race serait absolument pure, où elle l'aurait toujours été, où par conséquent de l'un des deux écarts extrêmes en l'éloignant de l'autre ; et même dans le cas à peu près idéal où la race serait absolument pure, où elle l'aurait toujours été, où par conséquent l'hérédité directe ne serait pas aux prises avec l'atavisme, il serait impossible d'admettre que les nombreuses conditions innées ou acquises, accidentelles ou pathologiques, qui influent sur le développement général et sur le développement local, fussent combinées de manière à produire toujours en deux sens opposés, des chances égales de déviation. Je sais bien que quelques personnes, sans se rendre compte de ces conditions, sans les analyser, sans en apprécier la nature, ni le mode d'action, ni le degré d'efficacité, ni le degré de fréquence, se plaisent à croire que leurs effets combinés doivent être réguliers et symétriques comme les chances d'un simple tirage au sort, et cela, en vertu de *la loi des grands nombres*, qui en réalité n'a rien à faire ici. Les grands nombres montrent l'état des choses, mais il le montrent *tel qu'il est*, et si

1. Ce nom est très-mauvais, parce qu'il est très trompeur. Les coefficients du binôme ne sauraient constituer une courbe, car une courbe est une série continue de points, et les coefficients du binôme ne sont que des points isolés et très-espacés, entre lesquels il est impossible de placer d'autres points par voie d'intercalation.

les causes qui produisent les variations en plus ou en moins sont diverses et inégales, ils ne réussiront pas à les rendre égales et symétriques (1).

Ainsi, quand même on disposerait de très grandes séries, on ne devrait pas s'attendre à voir la moyenne tomber exactement sur le milieu de l'amplitude des oscillations; elle pourrait sans doute s'en rapprocher beaucoup, ou même s'y fixer quelquefois par hasard, mais le plus souvent elle s'en écarterait d'une manière notable. A plus forte raison doit-il en être ainsi sur nos séries craniométriques, qui, quelque grandes qu'elles soient, sont toujours très restreintes; alors, en effet, il est probable que les deux chiffres du maximum et du minimum n'expriment ni l'un ni l'autre les limites réelles des variations de la ligne mise à l'étude, car les crânes qui donneraient ces limites sont nécessairement exceptionnels, et il est très possible qu'ils n'existent pas dans la série, comme il est possible qu'ils y soient tous deux, ou qu'il n'y en ait qu'un seul, ou que l'un reste à 5 ou 6 millimètres de la limite réelle, et l'autre à 1 millimètre seulement, etc. Il est donc possible que la moyenne s'éloigne beaucoup du milieu de l'amplitude des oscillations, et elle ne peut le faire sans que l'un des deux écarts maxima, + E ou —

1. Le seul effet constant des grands nombres est de faire disparaître les irrégularités qui dépendent du hasard et de ranger les faits en une série graduelle, continue et sans cascades. Supposons que nous ayons mesuré le diamètre antéro-postérieur maximum sur cent crânes masculins, normaux et de même provenance, et supposons que l'amplitude des oscillations soit comprise entre 175 et 195 millimètres. Les faits, très-rares dans le voisinage de ces deux limites, deviennent de plus en plus communs à mesure que l'on s'en éloigne; nous trouvons ainsi par exemple que le diamètre de 181 millimètres existe sur 5 crânes, celui de 182 sur 7 crânes, celui de 184 sur 9 crânes, et celui de 185 sur 12 crânes; et cependant il n'y a qu'un seul crâne à 183. Voilà une irrégularité flagrante, car le chiffre de 183 devrait être au moins aussi commun que celui de 182, et si nous représentions le fait sous la forme d'une courbe, nous verrions celle-ci s'enfoncer subitement à une grande profondeur après le 182e millimètre, pour rebrousser non moins brusquement sur le 183e. Alors nous sommes en droit de dire que cette irrégularité disparaîtrait nécessairement, en vertu de la loi des grands nombres, si, au lieu de mesurer cent crânes seulement, nous en avions mesuré cent mille, parce que le calcul établit et la statistique constate que, lorsque le nombre des faits atteint ce chiffre (compris entre la seizième et la dix-septième puissance de 2), la répartition des chances revêt la forme d'une courbe sans ondulations partielles appréciables. Cette notion, qui découle des principes généraux de la statistique, nous permet de distinguer, dans nos séries craniométriques restreintes, les particularités qui sont imputables au hasard, de celles qui tiennent à la nature des choses. Il est donc nécessaire qu'elle soit toujours présente à notre esprit, comme moyen de contrôle et d'interprétation. Mais il est clair qu'une série craniométrique ne peut jamais être portée à un chiffre assez élevé pour donner des résultats conformes à la loi des grands nombres.

E, devienne supérieur et souvent très supérieur à la moitié de l'amplitude. Il en résulte que l'étude de l'amplitude ne fait pas connaître toute l'étendue de la variation d'un caractère dans une série. Cette étendue n'est indiquée que par le plus grand des deux écarts + E ou — E, c'est-à-dire par le chiffre que nous avons nommé lim. E.

Les écarts sont exprimés en chiffres qui indiquent leur valeur absolue en millimètres s'il s'agit d'une ligne, en degrés s'il s'agit d'un angle, en centimètres cubes s'il s'agit d'une capacité, en nombres centésimaux s'il s'agit d'un indice, etc. Mais ces chiffres absolus ne font nullement connaître le degré de *variation* du caractère dont ils mesurent les écarts. Il est clair en effet que la signification d'un écart n'est que relative. Un écart de 5 millimètres, sur une ligne dont la longueur moyenne est de 180 millimètres, ne représente que la trente-sixième partie de cette moyenne et ne constitue qu'une faible variation, tandis que, sur une ligne de 60 millimètres seulement, le même écart s'élèverait au douzième, et la variation sera en réalité trois fois plus forte que dans le premier cas.

On ne doit donc pas confondre les *variations* avec les *écarts*. La variation est représentée par une fraction qui a pour numérateur l'*écart* et pour dénominateur la *moyenne*. Si donc nous appelons $\pm v$ la variation d'un crâne en particulier, $\pm$ V les variations des deux crânes extrêmes de la série, et lim. V la plus grande de ces deux variations, nous aurons :

$$\pm v = \frac{\pm e}{M}; \pm V = \frac{\pm E}{M}; \text{ et lim. } V = \frac{\text{lim. E.}}{M}$$

En chassant les dénominateurs, ces expressions deviennent : $e = vM$ ou $E = VM$. Les valeurs fractionnaires de v ou de V peuvent donc être considérées comme des coefficients qui, multipliés par la moyenne, donnent l'écart, et nous les nommerons *coefficients de variation*. Si par exemple l'écart est égal au huitième de la moyenne, la fraction $\frac{1}{8}$ est le coefficient de variation.

Parmi les notations précédentes, il en est quelques-unes dont je n'aurai pas à me servir dans le présent mémoire ; j'ai cru devoir les indiquer néanmoins, parce qu'elles sont très commodes

dans les recherches et qu'elles facilitent souvent beaucoup l'étude des séries craniométriques. J'en emploie souvent d'autres qui se rattachent à des questions spéciales et dont je puis me dispenser de parler ici.

§ 3. — *Des écarts et variations des principales lignes craniométriques.*

Je fais figurer les *variations* dans le titre de ce paragraphe, où il ne sera question pourtant que des écarts et des moyennes; il n'est pas nécessaire, pour le but que je me propose, de faire figurer dans mon exposé les variations elles-mêmes; mais j'aura soin de les inscrire sur les tableaux, dans une dernière colonne qui résumera pour ainsi dire toutes les autres.

Je dois d'abord indiquer le point de vue spécial sous lequel j'étudie ici la variabilité des caractères craniométriques; ce point de vue est celui de la détermination de la série *suffisante*, c'est-à-dire de la série dont le nombre est assez grand pour que l'on puisse considérer comme très probable que les erreurs résultant des écarts individuels se compenseront et que les moyennes seront valables. J'aurai donc à chercher quelle est l'influence que peut exercer sur une moyenne un écart individuel quelconque, et, comme cette influence est d'autant plus grande que l'écart est plus considérable, j'aurai à chercher quel est le plus grand écart possible. Les faits que je vais étudier présentent sans doute de l'intérêt à d'autres points de vue, mais je ne me propose pas d'en faire ressortir toutes les conséquences, et je ne les examinerai que dans leur rapport avec la question que je viens de signaler.

Il pourrait paraître très commode, au premier abord, de prendre pour chaque dimension les deux limites extrêmes de ses oscillations à l'état normal, sans se préoccuper d'en déterminer les limites dans chaque population en particulier. On trouverait par exemple que le diamètre longitudinal peut descendre à 150 millimètres dans certaines races (négritos) et s'élever dans d'autres races jusqu'à 209 millimètres (crâne d'O'Connor, mesuré par M. Nillson), et on serait tenté de dire que les oscillations atteignent une amplitude totale de 59 millimètres, que par conséquent le plus grand écart, que nous nommons lim. E,

est égal à la moitié *au moins* de cette amplitude, c'est-à-dire à 30 millimètres, sinon plus. Mais ce serait commettre une grave méprise, ce serait considérer tous les hommes comme ne faisant qu'un seul groupe, ce serait renoncer à la recherche des caractères craniologiques des diverses races. Ce n'est donc pas dans le genre humain en général, mais dans chaque population en particulier, que l'étendue des écarts doit être déterminée.

Les séries qui représentent ces populations dans nos musées contiennent le plus ordinairement des crânes des deux sexes, et il importe beaucoup, dans les recherches spéciales, de grouper séparément les crânes masculins et les crânes féminins, afin de prendre les maxima, les minima et les moyennes de chaque sexe. Mais la distinction des sexes reste souvent incertaine, même pour les observateurs les plus exercés; elle repose sur des appréciations qui n'ont rien d'absolu et sur des caractères qui n'ont pas la même valeur dans toutes les races. On sait que, d'une manière assez générale, les différences corporelles des hommes et des femmes sont moins prononcées dans certaines races incivilisées (non dans toutes) que chez les Européens. Cette remarque s'applique aussi au crâne : lorsque tous les caractères de l'un ou l'autre sexe sont réunis et très accentués, le diagnostic est facile; mais fréquemment ces caractères s'entrecroisent : on diagnostique alors le sexe dont les caractères prédominent, et on le fait souvent avec une probabilité qui peut approcher de la certitude sans être la certitude même. Souvent enfin les caractères distinctifs sont contradictoires, ou ils sont à un degré intermédiaire; le même crâne soumis à l'appréciation de plusieurs hommes compétents sera considéré par les uns comme probablement masculin, par les autres comme probablement féminin, et d'autres déclareront qu'ils ne peuvent se prononcer. J'ajoute, pour l'avoir constaté plusieurs fois sur des crânes préparés sous mes yeux dans le laboratoire (et dont le sexe était connu d'avance), que certains crânes d'hommes peuvent présenter tous les caractères féminins, et *vice versa*. Somme toute, un craniologiste expérimenté trouvera toujours dans une nombreuse série assez de crânes bien caractérisés pour former des sous-séries sexuelles, mais il ne pourra éviter de laisser un bon nombre de crânes dans la catégorie des *incer-*

tains. C'est pour ces divers motifs que les conservateurs des musées craniologiques n'inscrivent la mention du sexe que lorsqu'il est déterminé (ce qui est l'exception) par des renseignements antérieurs, laissant à chaque observateur le soin d'apprécier à sa guise le sexe des autres crânes. Mais les crânes de sexe incertain n'en conservent pas moins pour cela les caractères généraux de la race à laquelle ils appartiennent; il est nécessaire dès lors de les étudier comme les autres. Il serait tout à fait arbitraire de les éliminer, plus arbitraire encore d'en former un groupe spécial et hermaphrodite qui représenterait, entre les hommes et les femmes, quelque chose comme un troisième sexe; et, puisqu'on ne peut les rattacher ni au groupe masculin ni au groupe féminin, on est obligé de les fusionner tous ensemble et d'inscrire, à côté du relevé spécial des hommes et du relevé spécial des femmes, un relevé général comprenant indistinctement tous les crânes, abstraction faite de leur sexe plus ou moins certain et plus ou moins douteux.

Ce relevé général a d'ailleurs l'avantage d'être vrai, de n'être pas influencé par l'erreur personnelle. Rappelons, en effet, que le classement par sexes dépend pour une bonne part du degré de sagacité de l'observateur, de son expérience plus ou moins grande, de l'habitude qu'il a prise d'attacher plus ou moins d'importance à tel ou tel caractère, habitude qui peut se modifier plus ou moins au courant de la pratique; ce classement, par conséquent, peut varier d'une manière déjà notable, s'il est fait séparément par plusieurs personnes d'une compétence reconnue, ou même s'il est fait à plusieurs reprises, à quelque temps d'intervalle, par le même observateur; et il variera bien plus encore s'il est fait par des hommes moins expérimentés. Invitera-t-on ceux-ci à ajourner leurs recherches craniométriques jusqu'au moment où ils auraient acquis une habileté de diagnostic qui ne s'acquiert que par la pratique même de la craniométrie? Ce serait un cercle vicieux, et un conseil naïf qu'ils n'auraient garde de suivre. Leurs relevés sexuels, d'abord plus ou moins défectueux, s'amélioreront peu à peu, et mériteront une confiance variable, mais leur relevé général sera toujours correct et valable.

Les relevés sexuels, quelque utiles, quelque nécessaires même

qu'ils soient, ne sauraient donc suffire. Le relevé général n'est pas moins nécessaire, et il sera toujours plus usité, parce qu'il est à la portée de tous les travailleurs. Il faut donc en tenir compte, dans la recherche des conditions de la statistique craniométrique et dans l'étude des écarts individuels, qui est la première de ces conditions.

D'après l'indication qui précède, nous aurons à constater l'écart maximum de chaque caractère dans les séries bisexuelles indivises. Cet écart est évidemment plus grand (en ce qui concerne du moins les mesures de longueur) dans une série totale, qu'il ne le serait dans la sous-série des hommes, ou dans celle des femmes, car presque toujours le maximum est masculin et le minimum féminin. Toutefois, l'écart maximum des deux sexes réunis n'excède pas autant qu'on pourrait le croire l'écart maximum de chaque sexe en particulier ; car, si le maximum des femmes approche rarement du maximum des hommes, le minimum masculin approche souvent beaucoup du minimum féminin, sur certains crânes qui proviennent probablement d'hommes petits et peu intelligents, mais qui ne présentent d'ailleurs aucune anomalie. Quoi qu'il en soit, on n'a pas oublié que c'est l'écart le plus étendu qui doit servir de base à nos déterminations ; les conclusions tirées de l'écart des séries bisexuelles seront donc applicables, à plus forte raison, aux séries unisexuelles.

L'étendue de l'écart maximum varie pour chaque caractère et pour chaque population; elle n'est soumise à aucune règle; c'est un fait purement expérimental, qui découle uniquement de l'examen des résultats craniométriques consignés sur les registres des relevés.

J'ai donc passé en revue tous mes relevés craniométriques, où sont inscrites *toutes* les mensurations de plus de 2000 crânes de toutes races, formant 60 séries bisexuelles, qui, d'ailleurs, ont toutes été soumises à la décomposition par sexes. De ces relevés, qui remplissent plusieurs gros registres, j'ai extrait une série de tableaux qui forment un nouveau registre dit *des moyennes*, et où sont inscrits pour chaque série, et pour chaque ligne craniométrique, les deux moyennes sexuelles, la moyenne générale, le maximum et le minimum.

Les quelques tableaux qui accompagnent le présent mémoire proviennent de ce registre des moyennes, mais je n'y ai porté qu'un très petit nombre de lignes et je n'y ai inscrit que les séries les plus fortes. On verra tout à l'heure pourquoi j'ai pu restreindre ainsi ces tableaux. Il est superflu d'ajouter qu'en comparant la moyenne générale M avec le maximum et le minimum, j'ai obtenu par différence les deux grands écarts + E et — E et que c'est le plus grand de ces deux écarts qui m'a donné lim. E.

Les crânes qui donnent les écarts les plus considérables sont nécessairement exceptionnels; on a donc d'autant plus de chance de les rencontrer, que la série est plus nombreuse. Parmi les séries de mes relevés, il en est de très grandes qui dépassent le chiffre de 100 (Parisiens de l'Ouest, 125 crânes; Parisiens de la Cité, 125; Parisiens du cimetière des Innocents, 118; Égypte ancienne, 118). Dix autres sont comprises entre 48 et 100 crânes. Les écarts que l'on observe dans ces grandes séries peuvent être considérés comme atteignant ou approchant de très près les limites des variations normales. Toutefois, comme le hasard peut introduire des cas extrêmes dans les séries plus faibles, j'ai étudié les petites séries aussi bien que les grandes. Je n'ai inscrit sur les tableaux que les 29 séries dont le nombre atteint ou dépasse 18, mais je me suis assuré que les écarts des séries plus faibles sont inférieurs à ceux qui sont portés sur les tableaux.

Je ne parlerai que des mesures simples et rectilignes que l'on prend directement sur les crânes. Les mesures rectilignes prises au compas font connaître les vraies dimensions du crâne ou de la face en longueur, largeur ou hauteur. Ce sont les éléments craniométriques proprement dits. Les variations des mesures curvilignes sont la conséquence de celles des mesures rectilignes, mais ne peuvent leur être comparées. Considérons, par exemple, la circonférence horizontale du crâne. Elle passe, en avant et en arrière, sur les deux extrémités du diamètre longitudinal maximum, et sur les côtés elle ne s'éloigne guère des extrémités du diamètre transversal maximum. Elle est à peu près la même sur deux crânes de même longueur et de même largeur; mais si, le diamètre transversal ne changeant pas, le diamètre longitudinal de l'un des crânes s'allonge de 1 centi-

mètre, la circonférence horizontale s'accroîtra presque du double, et on le conçoit aisément, car le ruban qui la mesure, parcourant deux fois la longueur du crâne pour revenir à son point de départ, gagne à l'aller et au retour, tandis que le compas ne parcourt cette longueur qu'une seule fois (1). De même, dans la mensuration de la circonférence transversale, le ruban montant sur l'un des côtés du crâne et descendant sur l'autre côté subit deux fois (je ne dis pas au double) l'influence du diamètre vertical.

Si donc on voulait mettre en regard les écarts des diamètres et ceux des courbes, ce qu'il faudrait considérer, ce seraient les demi-circonférences et non les circonférences totales. Mais il y a plus : la longueur d'une demi-circonférence crânienne, comme celle de la circonférence entière, dépend de deux diamètres perpendiculaires l'un à l'autre. Ceux-ci peuvent varier dans le même sens ou en sens inverse, et pour un même écart de chacun d'eux l'écart de la courbe sera très grand dans le premier cas, très faible ou même à peu près nul dans le second. Les variations des courbes peuvent donc se trouver en contradiction avec celles des diamètres, et si l'on se demande quel est, de ces deux écarts contradictoires, celui qui représente les variations réelles du crâne, on doit reconnaître que c'est celui des diamètres et non celui de la courbe, puisque les variations des diamètres sont le fait essentiel, dont les variations de la courbe ne sont que la conséquence.

De même les variations des aires mesurées à la surface du crâne ou sur les coupes du crâne ou de la face, celles des volumes et particulièrement de la capacité crânienne, sont la conséquence des variations des dimensions rectilignes ou plutôt de leurs écarts, combinés deux à deux ou trois à trois. Si le crâne était un corps géométrique, on ne mesurerait évidemment que ses dimensions en ligne droite, comme on ne mesure du cercle ou de la sphère que le diamètre, de l'ellipse ou de l'ellipsoïde que les deux axes, du parallélipipède rectangle que les trois arêtes fondamentales, etc. Connaissant ces éléments rectilignes,

1. Sur un crâne mésaticéphale de dimensions moyennes, un accroissement de 10 millimètres sur le diamètre longitudinal fait croître la circonférence horizontale de 18 millimètres environ.

on n'aurait qu'à les combiner par le calcul sans recourir à la mensuration directe, pour connaître le reste du crâne, courbes ou circonférences, surfaces ou volumes. Le crâne étant irrégulier, on n'obtiendrait par le calcul que des appréciations insuffisantes, et l'on préfère avec raison, lorsque cela est possible, prendre directement ces mesures; mais il ne faut pas oublier pour cela qu'elles ne sont pas élémentaires, qu'elles n'expriment que des faits complexes, et que si elles traduisent sous une autre forme les écarts des mesures rectilignes, ce sont celles-ci, en dernière analyse, qui expriment les vraies variations du crâne.

Un auteur ingénieux, mais d'un esprit bien peu géométrique, Parchappe, imagina, il y a une quarantaine d'années, pour étudier les variations du crâne, un procédé que j'ai déjà eu l'occasion de critiquer (1). Après avoir mesuré sur chaque crâne ou sur chaque tête deux diamètres et trois courbes, il additionnait ces cinq mesures et obtenait une *somme* (la somme de Parchappe) à l'aide de laquelle il appréciait ou croyait apprécier les variations crâniennes (2). Il est clair qu'en additionnant les écarts, Parchappe les rendait plus grands et que par cette exagération ils devenaient plus sensibles; mais il ne s'agit pas d'exagérer les variations, il s'agit de les connaître.

Certes, je n'établis aucune comparaison entre ce procédé d'additions hétéroclites et le procédé très utile et très scientifique qui consiste à étudier les écarts ou les variations d'une circonférence ou d'une courbe; toutefois on a vu plus haut que ces écarts exagèrent, par de fausses apparences, les variations réelles du crâne; ils les exagèrent d'une quantité qui augmente à mesure que la courbe se prolonge davantage autour du crâne, et qui arrive presque au double lorsqu'elle l'entoure complétement. Ils ont cela de commun avec les sommes de Parchappe, et quoiqu'ils soient incomparablement plus corrects, ils aboutissent, en définitive, au même résultat.

1. Voir mon mém. *sur le volume et forme du cerveau*, dans *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 1861, t. II, p. 174, dans P. Broca, *Mémoires d'anthropologie*, t. I, p. 133, et Parchappe, *Recherches sur l'encéphale*, 1er mém. Paris, 1836, in-8°, p. 15, 17 et suivantes.

2. Chose singulière, cette somme donne un nombre de *millimètres* assez peu éloigné du nombre de *centimètres cubes* qui exprime la capacité du crâne, quoiqu'il lui soit toujours un peu supérieur. Mais ce résultat empirique n'a pu sauver le procédé de Parchappe.

C'est donc d'après les écarts des mesures *rectilignes* que les variations du crâne doivent être déterminées. J'ajoute que ces mesures doivent être *simples :* cela veut dire qu'elles ne doivent comprendre que la région cérébrale ou la région faciale. On sait en effet que ces deux régions, bien que continues l'une à l'autre et associées dans une certaine mesure, sont cependant distinctes dans leur évolution et par conséquent dans leurs variations. Ainsi quelques auteurs, désirant connaître la longueur de la plus grande ligne que l'on puisse mener à travers le crâne, ont mesuré la distance du point alvéolaire, ou même du point mentonnier, au point de l'écaille occipitale qui en est le plus éloigné. Cette grande ligne pourrait présenter des variations excessives, puisqu'elles dépendraient de la combinaison des variations extrêmes du crâne et de celles de la face. Elle n'est plus usitée et j'avoue ne l'avoir pas étudiée ; mais il y en a une autre qui fait partie de notre cadre craniologique et qui est passible des mêmes objections : c'est l'*axe horizontal de la tête*, qui donne l'étendue totale de la projection de la tête sur le plan horizontal. On ne le mesure pas sur le crâne ; on l'obtient, sur les relevés, en additionnant la *projection postérieure*, qui est une mesure crânienne, et la *projection antérieure*, qui mesure la profondeur de la région faciale depuis la base des dents incisives jusqu'au fond du pharynx. Ces deux projections ayant été mesurées séparément, on trouve avantageux de les ajouter ensuite l'une à l'autre pour mieux apprécier leur étendue relative, en calculant l'*indice basilaire*, qui fait connaître le développement relatif de la partie crânienne et de la partie faciale de la base de la tête ; mais ce sont deux dimensions essentiellement distinctes, dont les variations respectives sont indépendantes les unes des autres et ne sauraient être confondues ensemble.

Je me bornerai donc à étudier les écarts des mesures rectilignes simples, et je n'aurai pas besoin de les passer toutes en revue. Mon but étant de déterminer les écarts maxima, il me suffira de considérer les grandes lignes, puisque ce sont celles qui donnent les plus grands écarts. Cela ne veut point dire qu'elles soient plus variables que les petites; bien au contraire, car les coefficients de variation des petites lignes sont

ordinairement plus forts que ceux des grandes, et, comme ce fait n'est pas sans intérêt, j'ai joint aux tableaux des variations des grandes lignes ceux d'un certain nombre de petites lignes d'une importance reconnue.

Je prendrai comme grandes lignes celles dont les moyennes dépassent 100 millimètres ou en approchent, savoir : les diamètres longitudinal max., transversal max. et vertical, le diamètre biauriculaire, le stéphanique, le frontal minimum, la projection antérieure, la projection postérieure, la ligne naso-basilaire, le diamètre biorbitaire externe et enfin le diamètre bizygomatique, qui donne la plus grande largeur de la face. Sur le tableau spécial consacré à chacune de ces lignes, on trouvera, dans la colonne des écarts maxima E, les valeurs tantôt positives, tantôt négatives de ces écarts, exprimées en millimètres pour chacune de nos 29 séries. La *force* de ces séries, c'est-à-dire le nombre de crânes qui les composent, est indiquée dans la première colonne ; cette indication expliquera en partie (mais en partie seulement) les différences quelquefois très grandes que présentent les valeurs de E dans les diverses séries.

L'inspection de chaque tableau fera connaître immédiatement la plus grande valeur de E, c'est-à-dire lim. E que nous cherchons, et l'on pourra constater ainsi que, dans aucune de nos séries et sur aucune de nos lignes, la limite de l'écart n'a atteint 21 millimètres, mais qu'elle a fréquemment dépassé le chiffre de 20 millimètres.

Je laisserai au lecteur le soin d'analyser ces tableaux au point de vue des conditions diverses qui rendent plus ou moins grands les écarts de telle ou telle ligne dans telle ou telle série. Il me suffira, pour la question que j'étudie ici, de passer les lignes en revue au point de vue de la limite de E, et des valeurs de E qui en approchent le plus.

Diamètre antéro-postérieur maximum. Le plus grand de tous les écarts se présente dans la série des 87 Mérovingiens. Il est compris entre la moyenne, qui est de 184.82, et le minimum, qui est de 164. Il est donc de — 20.82 ; ainsi lim. E = 20.82. Nous trouvons ensuite quatre autres séries dans lesquelles E est plus grand que 20 savoir : Polynésiens, + 20.59 ; Parisiens de l'Ouest, + 20.44 ; dolmens de la Lozère, — 20.40 ; Bas-Bretons,

+ 20.26; après quoi l'écart est compris entre 19 et 20 pour 4 séries, entre 18 et 19 pour 4 séries. Les moindres valeurs de E s'observent, chez les Javanais, + 12.45; les Arabes, — 12.42, et enfin les Savoyards, + 9.58.

Diamètre transversal maximum. Lim. E = — 19.80, Parisiens de l'Ouest. On trouve ensuite + 19.24 chez les Bas-Bretons, puis 4 séries entre 17 et 18, etc. Les valeurs de E descendent à — 8.81 chez les Esquimaux et à — 5.83 dans la série de la caverne de l'Homme-Mort (pierre polie).

Diamètre vertical (basilo-bregmatique). Lim. E. = — 20.52, Parisiens de l'Ouest. Puis la valeur de E est comprise 3 fois entre 18 et 19, 2 fois entre 16 et 17, etc. Moindres valeurs de E: + 8.24 chez les Australiens, — 6.64 chez les Corses, et — 6.60 dans la race préhistorique de Solutré.

Diamètre stéphanique. Lim. E = + 20.32, Basques de Zaraus. Nous trouvons ensuite: Parisiens de l'Ouest, — 19.94, Parisiens du douzième siècle, + 19.86, puis une série à + 17.28, cinq entre 16 et 17, etc. Moindres valeurs de E: Néo-Calédoniens, — 10.43; l'Homme-Mort, + 10.28.

Diamètre frontal minimum. Lim. E = + 17.05, Parisiens du douzième siècle. L'écart suivant est de + 16.52, Solutré. D'autres séries donnent 15, 14, 13, etc. Moindres écarts, — 7.98, Polynésiens; — 7.75, grotte de Baye, et — 7.34, Javanais.

Diamètre bi-auriculaire. Lim. E = + 18.48. Égypte ancienne; viennent ensuite + 18.42, Parisiens de l'Ouest; + 18.10, dolmens de la Lozère, puis deux séries entre 17 et 18, etc. Les plus faibles valeurs de E sont: — 10, Arabes, et + 10, Javanais, et — 9.50, Nubiens.

Ligne naso-basilaire. Lim. E = + 17.65 chez les nègres. Les chiffres suivants sont + 15.13, Gaulois; + 14.55, Parisiens de l'Ouest, etc. Les moindres écarts s'observent chez les Savoyards, + 6.95, à Solutré, + 6.73, et dans la race de l'Homme-Mort, — 5.82.

Projection antérieure. Lim. E = — 18.77, Basque de Zaraus; l'écart est ensuite compris 4 fois entre 15 et 16, puis 4 fois entre 14 et 15, etc. Moindres écarts: — 9.06, Savoyards, et — 8.37, dolmens de la Lozère.

Projection postérieure. Lim. E = + 17.55, Parisiens de

l'Ouest. Puis il y a 1 écart sur le chiffre de 16, 5 écarts sur le chiffre de 15, etc. ; les moindres écarts sont ceux des Gaulois, + 7.90, et des Javanais, — 7.83.

Diamètre biorbitaire externe. Lim. E = + 17.87, Hottentots. Les écarts suivants ne sont plus que de + 15.57, Parisiens de l'Ouest, et — 15.10, Mérovingiens. Moindres valeurs de E: ± 6.50, à l'Homme-Mort, et — 5.56, dolmens de la Lozère.

Diamètre bizygomatique. Lim. E = + 20.97, Parisiens du douzième siècle. Les écarts suivants sont : — 20. 85, Mérovingiens, — 20.18, Hollandais ; puis, 4 séries donnent des écarts compris entre 19 et 20 ; 1 donne + 18.72, une autre — 17.67, etc., Moindres écarts : Corses, — 9.16, et Chinois, — 9.04.

En faisant la revue de toutes les valeurs de lim. E dans les 29 séries qui sont portées sur les tableaux pour les 11 mesures qui précèdent, on trouve les résultats suivants :

Cas ou lim. E dépasse	20mm97	0 cas.
Cas où elle est comprise entre 20mm et 20.97		10
— entre 19 et 20		12
— entre 18 et 19		12
— entre 17 et 18		17
— entre 16 et 17		16
— entre 15 et 16		30
— entre 14 et 15		30

Lim. E est au-dessous de 14 dans tous les autres cas.

Le nombre total des crânes de nos 29 séries s'élève à 1550, chiffre déjà très respectable, mais j'ai déjà dit, et je répète ici que, sur les séries faibles qui ne figurent pas dans mes tableaux, les écarts sont restés, pour chaque ligne, au-dessous du chiffre maximum fourni, pour la même ligne, par les séries fortes. En réalité, j'ai étudié les écarts des lignes craniométriques sur plus de 2 000 crânes, sans trouver un seul cas où une mesure rectiligne se soit écartée de la moyenne de plus de 20mm, 97.

Ce que je viens de dire des séries faibles demande une petite explication. En fait, mes séries faibles m'ont donné constamment des écarts inférieurs aux limites des séries fortes, mais elles en ont quelquefois approché, et elles auraient pu les dépasser sans qu'il y eût lieu de s'en étonner. L'étendue des écarts dépend sans doute principalement de crânes exceptionnels, que l'on a d'autant plus de chances de rencontrer que les séries sont plus fortes ; toutefois ces crânes peuvent se rencontrer dans les plus petites

séries et ils se trouvent alors en présence de moyennes trompeuses, qui peuvent être inférieurs ou supérieures de plusieurs millimètres aux moyennes réelles du type, de sorte que l'écart peut devenir ou plutôt paraître beaucoup plus grand qu'il ne l'est en réalité. J'invite donc ceux de mes lecteurs qui voudraient entreprendre des recherches sur les variations craniométriques, à ne comprendre sur leurs tableaux, comme je l'ai fait sur les miens, que des séries dépassant la vingtaine ou en approchant beaucoup.

On remarquera maintenant que mes séries sont extrêmement diverses, qu'elles se rapportent à toutes les races, à tous les types craniologiques; que plusieurs, comme les séries parisiennes, proviennent de populations très mélangées et sont par conséquent de nature à donner de très grandes variations, que ces mêmes séries parisiennes sont en même temps très fortes et que cette seconde condition est encore de nature à augmenter l'amplitude des oscillations craniométriques; si l'on tient compte de toutes ces circonstances on devra reconnaître que le chiffre de $20^{mm},97$ est très probablement la limite extrême des écarts qui peuvent se présenter dans les crânes *normaux*. Je ne prétends pas que cette limite ne puisse jamais être dépassée. Mais je puis dire que la chance de rencontrer un écart plus grand est inférieure à $\frac{1}{2000}$, et qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte.

Ainsi, lorsqu'on prend au hasard, dans une population quelconque, un crâne normal quelconque, on peut compter qu'aucune des mesures rectilignes de ce crâne ne s'écartera de la moyenne correspondante dans cette population de plus de $20^{mm},97$.

Mais il n'en est pas de même des écarts inférieurs à cette limite des limites. Lorsque nous descendons au-dessous de 20.97, nous voyons tout à coup apparaître 10 cas où l'écart a été plus grand que 20 millimètres; c'est une chose au moins singulière qu'un phénomène de variation conserve ainsi une certaine fréquence au-delà de l'écart de 20, et s'arrête ensuite brusquement sans atteindre le chiffre de 21 millimètres; et ce fait est d'autant plus curieux que ce n'est pas sur une seule ligne, mais sur quatre lignes très différentes que se montrent ces écarts supérieurs à 20 millimètres (diam. antéro-postérieur, d. vertical,

d. stéphanique et d. bizygomatique). Entre 19 et 20 millimètres nous trouvons 12 nouveaux cas ce qui porte à 22 le nombre des écarts supérieurs à 19, et en additionnant ainsi le nombre des écarts de chaque nouveau millimètre avec les écarts plus grands, nous trouvons :

Lim. E au-delà de	20.97	0 cas
—	20	10
—	19	22
—	18	34
—	17	51
—	16	67
—	15	97
—	14	127

Mais ces chiffres n'expriment qu'incomplètement le degré de fréquence de nos divers écarts, car chaque ligne n'a fourni à notre tableau, par chaque série, qu'un seul cas, celui de son écart maximum ; si deux ou plusieurs crânes de la même série ont présenté ce maximum, ils ne figurent que pour un, et si cet écart est de 20 millimètres, les crânes qui ont donné des écarts positifs ou négatifs de 19, de 18, de 17 millimètres, etc., ne figurent pas du tout sur le tableau. Il faudrait, pour connaître le nombre total des écarts de chaque degré, passer en revue tous les cas individuels pour chaque ligne ; je n'ai pas fait ce travail très considérable ; toutefois, j'ai étudié, sur toutes les séries, les écarts de plus de 18 millimètres, et j'ai reconnu qu'il n'y a réellement que 10 crânes donnant un écart supérieur à 20 millimètres, mais qu'il y en a 24 dont l'écart dépasse 19 millimètres, et 38 dont l'écart dépasse 18 millimètres. Pour les écarts moindres je n'ai étudié que quelques séries, et d'après les résultats que j'ai obtenus, d'après l'étude des courbes de répartition, j'estime que le nombre des cas où l'écart dépasse 17 millimètres doit s'élever à 60; que les écarts supérieurs à 16 millimètres doivent être portés à 93 ; les écarts plus grands que 15 millimètres à 166 et les écarts plus grands que 14 millimètres à 260.

Ces chiffres ne sont qu'approximatifs, mais ils montrent que la fréquence des écarts compris entre 14 et 18 millimètres est plus grande en réalité que ne paraît l'indiquer notre tableau. Par conséquent, lorsque nous aurons, tout à l'heure, à utiliser les chiffres de fréquence portés sur ce tableau, nos appréciations, loin d'être exagérées, resteront au contraire au-dessous de la vérité.

§ 4. — *De l'influence des écarts sur les moyennes.*

Nous devons nous demander maintenant quelle est l'influence que les écarts d'une mesure quelconque peuvent exercer sur la moyenne de cette mesure.

Supposons qu'une série soit déjà constituée et mesurée. Nous connaissons la moyenne d'une certaine ligne, du diamètre antéro-postérieur, par exemple. Nous ajoutons maintenant à notre série un crâne de plus, et comme il est extrêmement probable que son diamètre antéro-postérieur ne sera pas exactement égal à la moyenne déjà obtenue (1), celle-ci sera modifiée soit en plus, soit en moins, d'une certaine quantité qu'il s'agit de déterminer.

Il y a avantage à étudier cette question sous la forme algébrique.

Soit n le nombre des crânes de la série ; il va être porté à $n + 1$ par l'addition d'un nouveau crâne.

Soit une dimension D, qui a été mesurée sur les n premiers crânes, on a trouvé les chiffres d_1, d_2, d_3, etc.; on les a additionnés pour obtenir la somme S, et celle-ci, divisée par le nombre des crânes, a donné la moyenne M. En d'autres termes $M = \frac{S}{n}$, d'où $S = Mn$.

Sur le nouveau crâne, la dimension D aura une valeur d' qui pourra par rare exception, être égale à M, mais qui s'en écartera presque nécessairement, en plus ou en moins, d'une certaine quantité e, qui est l'*écart*. On aura donc $d' = M \pm e$ Voyons de quelle manière la valeur de e modifiera la moyenne.

La somme S, qui pour les n premiers crânes était égale à Mn, se trouve accrue de $M \pm e$ et devient :

$$S' = Mn + M \pm e = M(n + 1) \pm e.$$

Pour obtenir la nouvelle moyenne M', il faudra diviser la nouvelle somme S' par le nombre des crânes, qui est maintenant porté à $n + 1$; donc :

1. Cela est d'autant plus probable que la mesure est un nombre entier, tandis que la moyenne est presque toujours accompagnée de décimales.

$$M' = \frac{S}{n+1} = \frac{M(n+1) \pm e}{n+1} = M \pm \frac{e}{n+1}.$$

La différence M′ — M, qui représente le changement subi par la moyenne, par suite de la présence du nouveau crâne, sera donc :

$$\text{Diff. } M' - M = \pm \frac{e}{n+1} \qquad [1]$$

Le double signe indique que la moyenne nouvelle est tantôt plus grande, tantôt plus petite que la première ; mais il ne change pas la valeur numérique de la différence ; nous pourrons donc le négliger.

Cette formule est générale ; elle est applicable à un relevé quelconque, à une statistique quelconque. Elle nous montre deux faits qui étaient déjà évidents sans démonstration, savoir : que l'influence d'un nouveau fait va en décroissant à mesure que la série *n* devient plus grande, et que l'écart *e* devient plus petit. On voit, en effet, que *n* est en dénominateur ; il ne peut donc croître sans que la différence M′ — M diminue. D'un autre côté, *e* est en numérateur, et lorsqu'il décroît, la différence décroît aussi.

La valeur de *e* est indéterminée dans notre formule, mais elle n'est pas illimitée.

Elle a, dans chaque ordre de faits, une limite extrême, que nous appelons lim. E, et qui est révélée par l'expérience. l'écart *e* peut présenter toutes les valeurs comprises entre cette limite et zéro ; lorsqu'il est nul, la différence M′ — M est nulle aussi ; et lorsqu'il atteint sa limite, la différence M′ — M atteint aussi son maximum, c'est-à-dire sa limite, et nous pouvons écrire :

$$\text{Lim. } M' - M = \frac{\text{lim. E}}{n+1}. \qquad [2]$$

C'est sous cette forme que nous aurons à employer la formule, puisque nous nous proposons de déterminer l'influence que les plus grands écarts craniométriques peuvent exercer sur les moyennes.

§ 5. — *De l'erreur permise et de la série suffisante.*

C'est un axiome incontesté que, dans toute statistique, les résultats moyens sont d'autant plus sûrs que le groupe mis à l'étude est plus nombreux. On s'attache donc à grouper dans les relevés le plus grand nombre possible de faits individuels, et l'on peut le faire aisément lorsque ces faits sont assez simples pour pouvoir être recueillis rapidement et sans erreur par de simples employés.

Mais lorsque les faits sont complexes, lorsqu'ils résultent de mensurations délicates qu'on est obligé de faire soi-même et qui exigent beaucoup de temps, on ne peut multiplier indéfiniment les observations et l'on doit se demander quel est le nombre de faits qui est nécessaire pour que la moyenne soit valable. Cette question ne saurait se prêter à une solution générale, car la réponse sera différente, suivant la nature des faits, suivant l'étendue de leur variation et suivant le degré de précision que l'on veut obtenir. Certaines statistiques exigent que ces faits soient recueillis par milliers, par centaines de milliers, tandis que, dans d'autres cas, on peut accorder confiance aux moyennes prises sur une vingtaine d'observations d'une catégorie bien déterminée.

La nécessité de restreindre les recherches à la série suffisante s'impose surtout en craniométrie, et cela pour deux raisons. En premier lieu, parce qu'il faut plus d'une heure pour recueillir une observation craniométrique complète, sans parler du travail de transcription, de la recherche des indices, et enfin du calcul des moyennes qui s'accroît en proportion du nombre des crânes de la série. En second lieu, parce que l'espace que l'on peut accorder à chaque série dans les musées et les collections est nécessairement restreint. Il est bon, en outre, que les personnes qui recueillent les crânes, surtout les voyageurs, sachent quel est le chiffre qu'ils doivent s'efforcer d'atteindre pour constituer de bonnes séries, sans encombrer leurs bagages au-delà du nécessaire.

Quelle sera donc pour nous la *série suffisante ?* Ce sera celle dont les moyennes ne sont pas entachées d'une erreur supérieure

à celle que, dans les observations individuelles, on appelle l'*erreur permise*.

Le degré de précision qu'exigent les observations scientifiques varie suivant la nature des faits. Il y a tel cas où une erreur d'une minute dans la mesure d'un angle serait énorme, et telle autre cas où elle est tout à fait insignifiante. Dans la construction de leurs instruments, dans le choix de leurs procédés, les observateurs tiennent compte avant tout de cette première indication, qui est celle de l'*utilité*, et ils acceptent comme permises les erreurs qui ne sont pas assez fortes pour entraîner des conséquences nuisibles aux résultats de leurs recherches.

L'erreur permise alors est souvent volontaire ; mais souvent, aussi, elle est inspirée par la *nécessité*. Si l'on voulait, par exemple, mesurer directement, à 1 millimètre près, la distance de deux points éloignés l'un de l'autre de quelques kilomètres, ou à 1 centième de millimètre près une longueur de quelques mètres, on se heurterait contre l'impossibilité matérielle de déterminer avec ce degré d'approximation l'exacte position de ces points et d'y adapter les instruments. Il y a donc des erreurs inévitables qu'on est bien obligé d'accepter comme permises.

En craniométrie, l'erreur permise est de 1 millimètre pour les lignes, de 1 degré pour les angles, de 1 centimètre carré pour les surfaces, de 1 centimètre cube pour les volumes. Je ne parlerai ici que des mesures linéaires.

L'erreur permise sur les lignes, ai-je dit, est de 1 millimètre. Les mensurations se font seulement à 1 millimètre près, et les instruments dont on se sert ne marquent pas les fractions de millimètre. Si l'on n'a pas cru devoir perfectionner davantage les instruments, ce n'est pas pour éviter de les compliquer, de les rendre plus coûteux et moins maniables (quoique la simplicité des moyens et la rapidité de l'exécution soient toujours à rechercher en craniométrie) ; c'est parce que les points de repère de la plupart des mesures ne sont point assez précis pour se prêter à une approximation plus grande. Il est vrai que quelques lignes ont des points de repère très nets, qui permettraient de les obtenir aisément (grâce à l'emploi du compas glissière) à un

demi-millimètre près ; mais on juge avec raison qu'il est inutile de pousser pour elles l'approximation au-delà de la limite imposée, par la nature des faits, à la grande majorité des mesures et même aux plus importantes (1). Voici, d'ailleurs, une autre raison tout à fait décisive qui ne permet pas de limiter à un demi-millimètre l'erreur permise : j'ai prouvé dans mon mémoire sur *les propriétés hygrométriques des crânes* que, sur les mêmes crânes, mesurés en hiver et en été, le diamètre longitudinal varie de 6 dixièmes de millimètre (2). En hiver, le tissu osseux absorbe l'humidité atmosphérique et se dilate, pour se rétracter en se desséchant pendant la saison chaude. Ces alternatives, auxquelles on ne peut évidemment pas se soustraire, produisent des changements qui, sans jamais atteindre un millimètre sur les plus grandes mesures rectilignes (3), dépassent le demi-millimètre ; il est donc impossible de limiter l'erreur permise à un demi-millimètre, et l'on doit la porter à 1 millimètre.

Malgré cette erreur acceptée, on juge avec raison que la mensuration fait connaître les caractères craniométriques d'une manière très suffisante, attendu qu'un changement de 1 millimètre ne correspond à aucune modification morphologique appréciable. Il est donc permis de se contenter de la même approximation dans la recherche des moyennes. En constituant des séries craniométriques, on se propose non pas exclusivement, mais principalement d'obtenir les éléments du crâne moyen de chaque série, et si l'on arrive à connaître ce crâne idéal aussi bien que

1. On ne fait exception à cette règle que dans le cas tout spécial où une ligne, à la fois très-courte et très-nettement limitée, sert en outre à la détermination d'un indice très-important (comme l'indice nasal), et où l'omission du demi-millimètre pourrait modifier notablement cet indice.

2. *Revue d'anthropologie*, 1re série, t. III, 1874, p. 442, Exp. XX, et dans ce volume p. 198. Ces changements ont été constatés à l'aide d'un compas d'épaisseur muni d'un vernier et appliqué sur des points de repère artificiels obtenus par le croisement de deux traits de burin. On sait que le vernier donne les dixièmes de millimètre.

3. Il ne s'agit ici, bien entendu, que des changements hygrométriques qui se produisent naturellement, dans les vitrines d'un musée, sur des crânes exhumés depuis longtemps. Des changements beaucoup plus considérables se produisent lorsqu'on humecte les crânes, ou lorsqu'on les place dans un lieu humide, ou lorsqu'on les expose au soleil, ou enfin pendant la dessiccation qui suit l'exhumation, et qui n'est achevée qu'au bout de deux ou trois mois. Dans ce dernier cas, j'ai vu le diamètre longitudinal du crâne diminuer en 56 jours, par suite de la dessiccation naturelle, de 2 millimètres et un dixième (voir mon *mémoire sur les propriétés hygrométriques du crâne* dans *Rev. d'anthrop.*, 1re série, t. III, p. 441, Exp., XVII (1874), et dans ce volume p. 197.

l'on connaît un crâne réel mesuré directement, on peut être satisfait. Je dis *idéal*, parce que jamais aucun crâne — je le répète encore une fois — ne pourra présenter exactement, à l'état moyen, toutes les dimensions qui ont été mesurées dans une série. Mais si l'on considère une dimension particulière, il y aura toujours dans la série plusieurs crânes sur lesquels elle sera à l'état moyen (aux décimales près). Par exemple, si le diamètre longitudinal moyen d'une série est de 180mm,40, on peut compter que plusieurs crânes donneront pour ce diamètre les chiffres de 180 ou de 181. Supposons que l'on puisse nous désigner l'un de ces crânes, et que nous y appliquions le compas ; nous obtiendrions ainsi notre diamètre moyen, mais seulement à 1 millimètre près, et nous nous en contenterions. Dès lors, nous n'avons pas à nous montrer plus exigeant dans l'application de la méthode des moyennes, c'est-à-dire que *nous pouvons considérer une série comme suffisante, si les moyennes qu'elle nous donne sont exactes à* 1 *millimètre près.*

Cela ne veut pas dire que l'on puisse, dans le calcul des moyennes, négliger les fractions de millimètre ; il est nécessaire au contraire que ces calculs soient faits avec rigueur, et poussés jusqu'à la seconde décimale (sans laquelle la première est incertaine) ; sans cela, on ajouterait une nouvelle erreur évitable à l'erreur première, inhérente aux procédés de mensuration.

Il s'agit maintenant de chercher quel est le nombre de crânes au-dessous duquel une série cesse d'être suffisante, c'est-à-dire de donner des moyennes exactes à 1 millimètre près.

Je ne tiendrai compte ici que des chances *simples*. Si l'on se plaisait à accumuler les chances mauvaises, on reconnaîtrait comme possible que toute série, même très grande, donnât de fausses moyennes, car le hasard peut à la rigueur réunir dans une même série plusieurs crânes donnant pour une même ligne des écarts *extrêmes dans le même sens*, de manière à ne pas se compenser. Mais les probabilités de ces combinaisons fortuites sont très faibles. On sait en effet que la probabilité d'un évènement composé s'obtient en faisant *le produit* des fractions qui expriment la probabilité de chaque évènement simple. Or, les écarts extrêmes dont nous nous occupons sont des exceptions assez rares, dont la chance est représentée par une très petite

fraction, et le produit de deux petites fractions est nécessairement beaucoup plus petit que chacune d'elles. La chance de l'accumulation dans une même série de plusieurs cas extrêmes dans le même sens est donc très faible, et il est heureux qu'il en soit ainsi, car on ne peut rien contre elle ; on aurait beau porter les séries à 100, à 200 et plus, elle ne deviendrait jamais nulle, elle serait seulement de plus en plus amoindrie. Mais ce qui doit être prévu, c'est la chance simple, la première chance, celle de trouver un cas extrême dans une série quelconque ; elle est assez sérieuse pour qu'on doive toujours s'en préoccuper. La prudence exige donc que le nombre des crânes d'une série soit assez fort pour résister à ce risque, c'est-à-dire pour qu'un cas extrême ne puisse altérer aucune moyenne de plus de 1 millimètre.

Les crânes sérieusement altérés ou déformés par des causes pathologiques, accidentelles ou artificielles, étant exclus de toutes les séries, le crâne extrême dont nous parlons est normal ; mais il présente néanmoins une ou plusieurs dimensions à l'état extrême ; et nous devons considérer le cas où il donnerait sur l'une de ses lignes l'écart maximum que nous appelons lim. E, et qui, comme on l'a vu plus haut (p. 751), peut s'élever à $20^{mm},97$.

Si ce crâne existe dans la série, la moyenne de la ligne en question est trop forte ou trop faible. On peut admettre que la suppression de ce crâne rendrait la moyenne bonne ou du moins valable, et, pour calculer l'influence perturbatrice qu'il exerce, on peut supposer qu'il soit retranché de la série. Ou, ce qui revient à peu près au même, on peut supposer qu'à une série ordinaire qui ne renferme pas de cas extrême et dont la moyenne est suffisamment correcte, vient s'ajouter un crâne extrême qui altérera plus ou moins la moyenne; cherchant alors jusqu'où peut aller cette altération, on verra si elle excède ou non le millimètre de l'erreur permise.

Ainsi, pour savoir si une série de n crânes est suffisante, je la mettrai à l'épreuve en supposant qu'on y ajoute un nouveau crâne présentant, sur l'une au moins de ses dimensions, la limite extrême des écarts compatibles avec l'état normal. La série sera ainsi portée à $n+1$ crânes, et elle ne sera pas suffisante

si la moyenne peut être, par suite de cette addition, changée de plus de 1 millimètre; mais si le changement ne peut atteindre la valeur de 1 millimètre, la série aura résisté à l'épreuve, et nous dirons qu'elle est suffisante.

Nous possédons déjà tous les éléments de cette appréciation, puisque, d'une part, nous connaissons la formule générale de l'influence d'un écart sur une moyenne et que, d'une autre part, nous connaissons la limite de cet écart. Substituant donc dans la formule [2], au numérateur lim. E, sa valeur constatée, qui est $20^{mm}.97$, nous aurons

$$\text{lim. } M' - M = \frac{20^{mm}.97}{n+1}$$

Tel est le plus grand changement que l'adjonction d'un nouveau crâne puisse faire subir, dans une série de *n* crânes, à une moyenne craniométrique quelconque.

Il est clair maintenant que si la série est de moins de 20 crânes, le dénominateur est plus petit que le numérateur, et que par conséquent le changement de la moyenne peut excéder le millimètre de l'erreur permise. Les séries de moins de 20 crânes ne sont donc pas suffisantes.

Mais lorsque *n* est égal ou supérieur à 20, le dénominateur devient plus grand que le numérateur, la fraction devient inférieure à 1 millimètre, et la moyenne devient valable.

On n'est pas pour cela à l'abri de toute chance d'erreur, puisqu'il est possible, comme je l'ai déjà dit, que le hasard ait réuni dans la série plusieurs cas extrêmes dans le même sens. Cette accumulation d'exceptions menace plus ou moins les relevés de toutes les séries, même des plus grandes; mais elle est trop rare pour être prévue à l'avance, et si l'on reste dans le champ des faits ordinaires et des probabilités ordinaires, on peut se contenter du degré de solidité qui permet aux moyennes de se défendre contre l'influence d'un cas extrême. C'est dans ce sens que nous considérons la série de 20 crânes comme suffisante.

Cette détermination, faite à l'aide de notre formule, s'accorde très bien avec celle que m'avait déjà, et depuis longtemps, fournie l'expérience. En étudiant sur les relevés de mes grandes séries, où les crânes se suivent d'après une ordination faite au

hasard, les relevés partiels placés au bas de cette page, j'avais reconnu que les moyennes ne variaient que très peu de page à page ; les pages contenant chacune 29 numéros, je voulus voir si des subdivisions plus restreintes donneraient le même résultat, et j'arrivai, après divers tâtonnements, à trouver que les moyennes de 20 numéros consécutifs étaient en général correctes à une unité près, tandis que les moyennes de 10 et de 15 différaient souvent de la moyenne générale d'une manière très notable ; c'est pour cela qu'à diverses reprises, et notamment dans les *instructions craniométriques*, j'ai signalé l'insuffisance des séries de moins de 20 crânes. On vient de voir que l'application de la formule conduit précisément à la même conclusion.

En conclurons-nous que les séries plus petites que vingt soient sans valeur? Non certes ; car, alors même qu'elles pourraient donner sur une mesure ou sur un petit nombre de mesures des moyennes peu correctes, elles seraient encore valables pour beaucoup de mesures. On peut donc les utiliser, et il faut souvent s'y résoudre ; car, lorsqu'il s'agit d'une race étrangère ou d'une race des temps passés, il est souvent impossible de porter les séries au chiffre désirable de 20. Il y a toutefois un chiffre au-dessous duquel les moyennes ne méritent plus de confiance, et que nous pouvons chercher en tenant compte du degré de fréquence des écarts qui ont été étudiés plus haut.

Nous devrons pour cela nous reporter au tableau (p. 753) qui montre le nombre des cas où l'une au moins des onze lignes que nous avons étudiées a donné des écarts compris entre 14 et 21 millimètres. Chacune d'elles ayant été examinée dans 29 séries, le nombre des faits collectifs que nous avons passés en revue est de 11×29, ou de 319, chiffre réduit à 316, puisque les deux mesures faciales et le diamètre stéphanique n'ont pas été mesurés dans l'une des séries (celle des Innocents). D'après cela nous pouvons établir le rapport du nombre des écarts de chaque degré au nombre total des relevés analysés, et nous trouvons les chiffres suivants, qui expriment le degré de fréquence de ces écarts, c'est-à-dire la chance qu'il y a de rencontrer l'un d'eux dans une série craniométrique.

Fréquence relative des écarts maxima.

Lim. E plus grand que 20.97....	0 cas sur 316		
— 20.......	10 —	ou 1 fois sur 31	
— 19.......	22 —	ou 1 —	14
— 18.......	34 —	ou 1 —	9
— 17.......	51 —	ou 1 —	6
— 16.......	67 —	ou 1 —	4.7
— 15.......	97 —	ou 1 —	3.2
— 14.......	127 —	ou 1 —	2.5

Considérons, maintenant, une série de 19 crânes. Le dénominateur, $n + 1$, sera égal à 20, et il pourra arriver une fois sur 31 que le numérateur de la formule soit plus grand que 20 ; ce qui veut dire que l'une des moyennes pourra être entachée d'une erreur de plus de 1 millimètre.

La série de 18 crânes donnera $n + 1 = 19$, et la chance que le numérateur soit plus grand que 19 sera de 1 sur 14.

Et ainsi de suite ; de sorte que l'on peut dresser le tableau suivant :

Chance pour que l'addition d'un nouveau crâne modifie la moyenne de plus de 1 millimètre.

Pour une série de 20 crânes	zéro.
— 19 —	1 sur 31
— 18 —	1 sur 14
— 17 —	1 sur 9
— 16 —	1 sur 6
— 15 —	1 sur 4.7
— 14 —	1 sur 3.2
— 13 —	1 sur 2.5

On voit que la probabilité d'une erreur dépassant l'erreur permise croît très rapidement lorsque le nombre des crânes de la série diminue ; et l'on comprendra, dès lors, que si les séries de 19 et de 18 crânes sont encore assez bonnes, les séries de 15 à 17 crânes sont à peine passables, et que les séries de moins de 15 crânes ne méritent plus de confiance. Ces conclusions paraîtront d'autant plus justes que notre tableau de la fréquence relative des écarts ne fait pas connaître cette fréquence dans son entier; car, ainsi que je l'ai dit (p. 753), chaque ligne n'y figure, pour chaque série, que par son écart *maximum*, quoique plusieurs crânes puissent donner pour la même ligne et dans la même série des écarts compris entre ce maximum et le chiffre de 14 millimètres, sur lequel nous nous sommes arrêté.

Ce n'est pas seulement la probabilité d'une erreur, c'est encore l'étendue de cette erreur qui croît lorsque la série s'affaiblit. Ainsi, la valeur de lim. M′ — M ne peut aller que jusqu'à $\frac{20.97}{20}$ ou $1^{mm},05$ si la série est de 19 crânes, tandis qu'elle peut aller jusqu'à $\frac{20.97}{16}$ ou $1^{mm},31$, si la série est réduite à 15 crânes.

La série de 15 crânes me paraît la plus faible de celles auxquelles on peut accorder une certaine valeur dans la craniologie générale. Il faut bien faire cette concession, parce qu'il ne dépend pas toujours de la volonté de l'observateur de porter la force d'une série au nombre suffisant; lorsqu'il s'agit d'une race dont les crânes sont rares, on ne peut exiger que les recherches craniométrique soient ajournées jusqu'au jour où la série pourra atteindre le chiffre de 20 : sur une série de 15 (et même dans certaines conditions que j'indiquerai tout à l'heure sur une série un peu moindre), les relevés craniométriques donnent des résultats qui peuvent être pris en considération, mais il faut bien savoir que les moyennes obtenues ne sont que provisoires.

Au surplus, les chances d'erreur de cette série de 15 et de celles qui l'avoisinent sur le tableau, ne sont pas aussi menaçantes que sembleraient l'indiquer, au premier abord, les chiffres de probabilité. Nous voyons, par exemple, que la chance d'obtenir une moyenne défectueuse est de $\frac{1}{4.7}$ avec la série de 15, et personne, sans doute, ne voudrait entreprendre un travail qui devrait être trompeur plus d'une fois sur cinq. Toutefois, il ne faut pas oublier comment cette probabilité a été déterminée, et ce qu'elle signifie. Elle signifie qu'il y a une chance sur 4.7 pour qu'une série de 15 crânes renferme un crâne donnant *sur l'une de ses mesures* un écart assez grand pour altérer de plus de 1 millimètre la *moyenne correspondante ;* mais elle n'empêchera pas la très grande majorité des autres moyennes, d'être correctes à 1 millimètre près. Le travail ne sera donc pas perdu, puisque presque tous les résultats seront valables. L'incertitude vient de ce qu'on ignore quelle est ou quelles sont, parmi les 11 lignes qui peuvent donner des écarts de plus de 16 millimètres (n + 1),

celles sur lesquelles, dans la série étudiée, cette chance d'erreur se réaliserait.

Cette incertitude est complète lorsqu'on reste dans les termes généraux de la question, mais on peut quelquefois la dissiper en analysant attentivement une série particulière, pour voir si elle est *bien composée* ou *mal composée* par rapport à telle ou telle mesure. Pour cela, il faut ordonner la série par rapport à telle mesure, dont on a préalablement calculé la moyenne. Si l'amplitude totale des oscillations (différence entre le maximum et le minimum) est peu considérable, si la moyenne est peu éloignée du milieu de cette amplitude, si surtout la majorité des cas sont groupés à peu de distance de la moyenne, de telle sorte que l'*écart probable* n'atteigne pas le quart de l'amplitude totale, on peut considérer la série comme bien composée, et l'on peut admettre comme bonne la moyenne en question, quoique le nombre des crânes soit inférieur au chiffre suffisant. Les séries de moins de 15 crânes, de 10 crânes même, peuvent quelquefois, après cette épreuve, être jugées suffisantes par rapport à certaines mesures, où plutôt par rapport à leurs moyennes ; car il est clair que l'étude des divers degrés de variation, qui fait partie de l'étude d'une race, exigera toujours des séries plus étendues.

Mais l'appréciation des caractères auxquelles on reconnaît qu'une série est bien composée ou mal composée doit être faite séparément pour chaque mesure, ce qui constitue un travail assez long, car chaque fois que l'on passe à une mesure nouvelle il faut faire une nouvelle ordination (1). En outre, cette séparation est assez difficile, et soumise à des règles assez déli-

1. On peut d'ailleurs se borner à faire cette épreuve sur les *mesures à indices* et sur les indices eux-mêmes, car on sait que ce sont les indices, bien plus que les dimensions absolues, qui font connaître les caractères des races. Les indices, exprimant les rapports de deux lignes, sont soumis doublement à l'influence des variations individuelles, puisque leurs deux termes peuvent varier en sens contraire ; mais, d'un autre côté, représentant des formes qui sont indépendantes du volume, ils échappent à l'influence des conditions qui font croître ou décroître le crâne sans en modifier la forme, savoir : la taille, le degré du développement intellectuel, enfin et surtout le sexe. Ainsi, un très-grand crâne d'homme ou un très-petit crâne de femme peut, à lui seul, altérer les moyennes des diamètres dans une petite série, sans modifier les moyennes des indices : de sorte que la série, quoique mal composée par rapport aux mesures simples, pourra être au contraire bien composée par rapport aux indices. C'est ainsi qu'on peut quelquefois obtenir, pour certains indices, des moyennes valables même avec une série de dix.

cates ; elle serait tout à fait arbitraire, si on ne la faisait pas reposer sur des principes établis à la fois par l'expérience et par le calcul, principes qu'il serait trop long d'exposer ici et que je me propose de présenter dans un travail ultérieur.

Quoi qu'il en soit, les appréciations qui permettent d'utiliser, pour certaines recherches, les séries inférieures au nombre suffisant, ne peuvent concerner que les cas particuliers; elles restent à la disposition des anthropologistes comme un moyen de suppléer quelquefois à l'insuffisance des séries qu'il n'est pas en leur pouvoir de compléter. Mais cette considération doit rester étrangère à la détermination de la force numérique de la série suffisante et elle laisse subsister dans toute sa généralité le principe de la série de 20.

§ 6. — *Des séries unisexuelles.*

Il n'est pas inutile maintenant de rappeler que nous nous sommes placés au point de vue des recherches craniométriques les plus générales, et que nous avons considéré à cet effet des séries quelconques, où les deux sexes sont confondus. Tout en déclarant qu'une étude craniologique complète exige l'étude séparée des crânes masculins et des crânes féminins, nous avons montré (p. 741-744) la nécessité des moyennes générales, et nous avons déterminé la force de la série qui donne, pour ces moyennes générales, une approximation suffisante.

Les caractères morphologiques qui sont communs aux deux sexes, ou qui varient peu d'un sexe à l'autre, tels que les angles, les indices et les autres rapports, sont exprimés sinon dans toute leur rigueur, du moins d'une manière à peu près exacte, par les relevés bisexuels. Les dimensions absolues sont plus incertaines, parce que le nombre relatif des crânes des deux sexes dans une série est aléatoire ; toutefois, les séries étant supposées recueillies au hasard (car nous n'avons parlé que de celles-là), on peut admettre comme probable que ce nombre relatif ne variera pas beaucoup dans les diverses séries. Il y a, il est vrai, une circonstance qui tend à donner ordinairement la prédominence aux crânes masculins, c'est leur solidité plus grande qui leur permet de résister mieux aux altérations pos-

thumes, de sorte que les moyennes générales tendent à pencher un peu plus vers les chiffres masculins que vers les chiffres féminins; mais cette condition étant commune à la plupart des séries, les moyennes générales peuvent être comparées de série à série avec une certaine confiance.

On peut donc faire des recherches très utiles sur les séries bisexuelles de 20 crânes, et il est heureux qu'il en soit ainsi, car la plupart des séries craniologiques que l'on trouve dans les musées, surtout celles qui représentent les races les moins connues, atteignent à peine ou dépassent peu ce chiffre. Ces recherches ont d'ailleurs le grand avantage de ne pas dépendre, comme les relevés unisexuelles, des appréciations personnelles de l'observateur, de sorte qu'elles peuvent être faites de la même manière par tout le monde.

Mais elles ne font pas connaître complètement les caractères craniologiques d'une race. D'une part, elles laissent entièrement dans l'ombre les différences sexuelle, qui varient beaucoup suivant les races; d'une autre part, les termes de comparaison qu'elles fournissent n'ont pas toute la précision désirable. Pour comparer rigoureusement deux races entre elles, il faut comparer séparément les hommes avec les hommes, les femmes avec les femmes. Tous les craniologistes acceptent aujourd'hui ce principe, appliqué en grand pour la première fois par Barnard Davis et Thurnam. Nous devons donc nous occuper maintenant de la composition d'une série destinée à l'étude de chaque sexe en particulier.

Nous remarquerons d'abord que, lorsqu'une série bisexuelle est subdivisée en deux séries unisexuelles, les écarts des principales lignes sont presque nécessairement moindres, pour chaque ligne, dans les séries partielles que dans la série totale. Presque toujours, en effet, à moins d'un hasard qui ne serait à craindre que sur de très petites séries, le maximum d'une ligne s'observe sur un homme, et le minimum sur une femme. L'amplitude des oscillations est donc moindre dans une série unisexuelle que dans une série bisexuelle. D'un autre côté, la moyenne masculine est plus grande que la moyenne générale; elle est donc plus rapprochée du maximum, qui est le même dans les deux cas; et, de même, la moyenne féminine, étant inférieure à la moyenne

générale, est plus rapprochée du minimum. Les chiffres des écarts maxima seront donc diminués, et la valeur de lim. E, dans notre formule, sera réduite d'un certain nombre de millimètres.

Dans quelle proportion cette valeur de lim. E, qui nous a servi à déterminer la série bisexuelle suffisante, sera-t-elle réduite dans les séries unisexuelles ? C'est encore l'expérience qui doit répondre à cette question.

Il résulte de l'étude de mes relevés masculins que l'écart maximum de la ligne naso-basilaire a été de 13.2 (nègres), celui du diamètre frontal minimum de 13.8 (Cité), celui du diamètre vertical de 14.3 (Auvergnats), celui du diamètre transversal de 15.5 (Bas-Bretons) et enfin celui du diamètre antéro-postérieur de 16.52 (Basques de Saint-Jean-de-Luz et Néo-Calédoniens). Les écarts féminins restent en général au-dessous de ces limites. Nous pouvons donc donner à lim. E la valeur de 16.52 dans notre formule, qui deviendra :

$$\text{lim. } M' - M + \frac{16.52}{n+1};$$

et, d'après le procédé que nous avons suivi précédemment, la série unisexuelle de 16 crânes masculins, portant le dénominateur à 17, le rendant ainsi plus grand que le numérateur, devra nous paraître suffisante.

On pourrait croire, d'après cela, qu'une série bisexuelle de 32 crânes devrait suffire pour l'étude des relevés unisexuels. Il en serait ainsi, si la série contenait les crânes de chaque sexe en proportions égales ; mais cela n'a lieu que par exception. Laissons de côté pour le moment la cause déjà indiquée qui tend ordinairement à faire prédominer un peu le nombre des hommes. Supposons que les crânes des deux sexes soient en nombre égal dans un immense ossuaire (1), où l'on recueillerait, pour former une série générale, les *n* premiers crânes dans l'ordre où le hasard les présenterait. Les chances d'amener chaque fois un crâne masculin ou un crâne féminin pourront être considérées

1. Les crânes d'un ossuaire ou d'un cimetière ne sont pas toujours très-nombreux, mais on peut presque toujours admettre qu'ils représentent une population beaucoup plus considérable et que la proportion des deux sexes y est à peu près égale, comme dans la population elle-même.

comme égales entre elles. Elles ne le seront pas absolument ; car, à chaque tirage, l'extraction d'un crâne rompra l'égalité qui était censée exister primitivement entre les deux catégories sexuelles ; mais ce changement, corrigé d'ailleurs en grande partie par les tirages ultérieurs, pourra être considéré comme insignifiant, puisque le nombre des crânes de l'ossuaire est supposé immense. Ce cas est donc comparable à celui où l'on tirerait n boules d'une urne contenant des blanches et des rouges en nombre égal et aussi grand que possible, ou, ce qui revient au même, à celui où l'on ferait n tirages successifs dans une urne à deux boules, en remettant chaque fois dans l'urne la boule tirée.

Les chances de ces n tirages successifs sont établies par le calcul des probabilités, qui en donne la formule générale, en une série de $n + 1$ termes formés par les coefficients de la n ième puissance du binôme. Appliquant cette formule générale au cas particulier d'une série de 32 boules (ou de 32 crânes) obtenue par 32 tirages successifs, j'ai trouvé, après des calculs assez longs, que les chances de la composition de la série sont les suivantes :

Chances pour la composition sexuelle d'une série de 32 crânes.

Chances pour qu'il y ait :				sur 100 chances	
16	crânes de chaque sexe			14.00	62.29
17	crânes d'un sexe	15	de l'autre	26.34	
18	—	14	—	21.95	
19	—	13	—	16.17	37.70
20	—	12	—	10.51	
21	—	11	—	6.01	
22	—	10	—	3.00	
Plus de 22		moins de 10	—	2.01	
				99.99	

On a vu tout à l'heure qu'une série unisexuelle doit contenir au moins 16 crânes pour être suffisante, et l'on voit maintenant que, sur une série bisexuelle de 32 crânes, ce chiffre ne peut être atteint par l'un et l'autre sexe que 14 fois sur 100, ou environ 1 fois sur 7. On peut, il est vrai, accepter comme passables, c'est-à-dire comme presque suffisantes, les séries unisexuelles de 15 et même de 14 crânes ; mais celles qui descendent au-dessous de 14 sont tout à fait insuffisantes, et ce cas doit se pré-

senter près de 38 fois sur 100, lorsque la série totale ne comprend que 32 crânes. Cette mauvaise chance est trop forte pour être acceptable, et il est désirable que les séries destinées à la décomposition par sexes soient portées bien au-delà du chiffre de 32. Etudions donc maintenant de la même manière la série de 40 crânes :

Chances pour la composition sexuelle d'une série de 40 crânes.

Chances pour que les deux sexes soient :	sur 100 chances	
en nombre égal	12.54 °/₀₀	84.61 °/°°
21 crânes d'un sexe 19 de l'autre	23.88	
22 — 18 —	20.62	
23 — 17 —	16.14	
24 — 16 —	11.43	
25 — 15 —	7.32	15.38 °/°°
26 — 14 —	4.22	
27 — 13 —	2.19	
Plus de 27 moins de 13 —	1.65	
	99.99	

J'inscris en bloc les chances du cas où le nombre des crânes de l'un des sexes dépasserait 27 ; ces chances, au-delà de 27, diminuent très-rapidement ; la chance pour que l'un des sexes dépasse le chiffre de 34 n'est plus que de 1 dix-millième, et enfin, la chance pour que les 40 crânes soient du même sexe se réduit à l'unité divisée par 5 milliards et demi (1).

Ainsi 84.61 fois sur 100 ou environ 17 fois sur 20, le nombre des crânes d'un seul sexe, dans une série bisexuelle de 40, ne pourra être inférieur à 16. La plus faible des deux séries unisexuelles se composant de 16 crânes au moins, le dénominateur $n + 1$ de la formule sera égal ou supérieur à 17 et plus grand, par conséquent, que le numérateur 16.52, de sorte que l'erreur à prévoir sur une moyenne quelconque sera inférieure à 1 millimètre, et que la série sera suffisante.

Restent 15.38 cas sur 100 où la plus faible des deux séries unisexuelles descend au-dessous de 16, où le dénominateur de la formule devient plus petit que le numérateur, et où l'erreur peut excéder 1 millimètre ; mais dans la moitié environ de ces cas (7.32 fois snr 15,38), la série sera encore de 15 crânes et

1. On ne s'étonnera pas de voir sur le tableau précédent la chance pour l'égalité des deux sexes plus faible que la chance pour que l'un des deux sexes atteigne 21. Cette dernière chance, en effet (comme les suivantes), est doublée par le fait que le chiffre de 21 peut être atteint d'une part, par les crânes masculins ; d'un autre part, par les crânes féminins.

l'erreur à prévoir, ne sera que de $\frac{16.52}{16}$ ou de 1^{mm},03, et dans plus de la moitié des autres cas (4.22 fois sur 8.06), la série comptant 14 crânes, l'erreur ne dépassera pas $\frac{16.52}{15}$ ou 1^{mm},10, c'est-à-dire qu'elle n'excèdera l'erreur permise que de 1 dixième de millimètre et que la série sera presque suffisante.

Somme toute, la série bisexuelle de 40 crânes se prête à la formation de séries unisexuelles très convenables dans l'immense majorité des cas, et il y aurait lieu de s'en contenter si tous les crânes de la série pouvaient entrer dans la composition des séries unisexuelles.

Mais il n'en est pas ainsi ; il y a presque toujours dans les séries, un certain nombre de crânes dont le sexe reste douteux. Il en résulte dans la décomposition par sexe un déchet qui peut aller à 5 ou 6 crânes. En outre, on n'a pas oublié que les crânes masculins, étant plus durs et plus épais en moyenne que les crânes féminins, résistent un peu mieux aux altérations posthumes. On recommande aux personnes qui recueillent les crânes de ne point les choisir; de les prendre dans l'ordre où le hasard les présente, en excluant seulement, lorsque la mine est riche (1), les crânes plus ou moins mutilés, tels, par exemple, que les crânes privés de la face ou d'une moitié de la face. Dans ce triage, on élimine ordinairement un peu plus de crânes féminins que de crânes masculins, et il y a ainsi quelque probabilité que la série féminine soit un peu affaiblie.

Si j'ajoute maintenant que toute série générale, avant d'être mise en œuvre et, à plus forte raison, avant d'être soumise à la décomposition pas sexes, doit être épurée, c'est-à-dire débarrassée des crânes qu'une condition quelconque rend impropres à l'étude collective, on reconnaîtra qu'il convient de porter au-delà du nombre de 40 crânes et d'élever à 50 crânes la série qui doit répondre à tous les besoins de la craniométrie proprement dite.

1. Je ne parle pas des fouilles préhistoriques, où l'on doit tout recueillir, quoique beaucoup de crânes soient ordinairement très-mutilés. Mais dans ce cas encore les débris masculins sont en général plus nombreux que les débris féminins.

C'est ce chiffre de 50 crânes que j'ai recommandé depuis longtemps aux voyageurs et aux directeurs de fouilles, non pas comme indispensable, mais comme désirable. Il ne m'a pas paru inutile d'en dire ici les motifs. Il reste encore beaucoup de questions, celle des mélanges de races entre autres, dont l'étude gagne beaucoup à reposer sur des bases plus étendues ; mais cette étude agrandie, lorsqu'elle est possible, peut être restreinte à un petit nombre de mesures choisies en vue de telle ou telle question, et je pense que, dans la craniométrie générale, le bénéfice obtenu au-delà de 50 crânes ne compense plus le temps et le travail.

Diamètre antéro-postérieur.

		Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Variation Lim.V=lim.E/Moy.
125	Parisiens de l'Ouest......	179.56	200	164	+20.44	1 : 8.8
118	— des Innocents..	174.77	189	159	—15.77	1 : 11.1
125	— du douz. siècle .	179.68	197	165	+17.32	1 : 10.3
88	Auvergnats	174.48	193	162	+18.52	1 : 9.4
63	Bas-Bretons	176.74	197	160	+20.26	1 : 8.7
69	Bretons-Gallots..........	182.63	192	166	—16.63	1 : 11.»
27	Savoyards	173.42	183	166	+ 9.58	1 : 18.1
57	Basques français.........	178.09	197	163	+18.91	1 : 9.3
60	— espagnols.......	182.67	195	168	—14.67	1 : 12.5
28	Corses..................	181.46	200	164	+18.54	1 : 9.7
49	Hollandais	181.06	196	167	+14.94	1 : 12.1
87	Mérovingiens...........	184.82	200	164	—20.82	1 : 8.9
38	Gaulois	183.53	202	167	+18.47	1 : 9.8
33	Dolmens de la Lozère....	187.40	201	167	—20.40	1 : 9.2
25	Solutré.................	183.76	199	172	+15.24	1 : 12.1
44	Grotte de Baye..........	180.73	198	170	+17.27	1 : 10.5
79	Caverne de l'Homme-Mort	185.50	205	175	+19.50	1 : 9.5
118	Egypte ancienne	180.53	196	164	+15.47	1 : 11.6
19	Arabes.................	182.42	194	170	—12.42	1 : 14.7
22	Nubiens................	179.05	189	166	—13.05	1 : 13.7
82	Nègres.................	181.53	193	166	—15.53	1 : 11.7
18	Hottentots	179.50	199	168	+19.50	1 : 9.2
54	Néo-Calédoniens.........	182.85	202	166	+19.15	1 : 9.5
27	Australiens.............	182.41	202	170	+19.59	1 : 9.4
35	Tasmaniens............	180.40	197	163	—17.40	1 : 10.4
28	Chinois................	179.04	196	170	+16.96	1 : 10.6
29	Javanais	172.55	185	166	+12.45	1 : 13.9
42	Polynésiens............	181.41	202	162	+20.59	1 : 8.8
21	Esquimaux.............	188. »	199	174	—14. »	1 : 13.4

Diamètre transversal.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Variation. Lim.V = lim.E / Moy.
125 Parisiens de l'Ouest.....	141.80	154	122	—19.80	1 : 7.1
118 — des Innocents..	139.05	156	122	—17.05	1 : 8.1
125 — du douz.siècle..	141.60	158	134	—17.60	1 : 8.»
88 Auvergnats	146.67	162	129	—17.67	1 : 8.3
63 Bas-Bretons	143.76	163	133	+19.24	1 : 7.5
69 Bretons-Gallots..........	146.90	160	134	+13 10	1 : 11.2
27 Savoyards	144. »	154	133	—11. »	1 : 13.1
57 Basques français.........	142.91	160	130	+17.09	1 ; 8.4
60 — espagnols.......	140.70	151	128	—12.70	1 : 11.1
28 Corses..................	136.81	148	125	—11.81	1 : 11.6
49 Hollandais	142.86	156	134	+13.14	1 : 10.9
87 Mérovingiens............	142. »	157	130	+15. »	1 : 9.5
38 Gaulois	143.31	157	133	+13.69	1 : 10.5
33 Dolmens de la Lozère....	142.16	156	127	—15.16	1 : 9.4
25 Solutré..................	143.56	158	132	+14.44	1 : 9.0
44 Grotte de Baye	141.14	151	128	—13.14	1 : 10.7
19 Caverne de l'Homme-Mort	135.83	140	130	— 5.83	1 : 23.3
118 Egypte ancienne.........	136.04	154	124	+17.96	1 : 7.6
19 Arabes.................	135.10	145	124	—11.10	1 : 8.9
22 Nubiens.................	132. »	142	124	+10. »	1 : 13.2
82 Nègres..................	133.16	148	124	+14.84	1 : 9.»
18 Hottentots	130. »	140	120	±10. »	1 : 13.»
54 Néo-Calédoniens........	131.26	143	120	+11.74	1 : 11.2
27 Australiens	130.41	140	123	+ 9.59	1 : 13.6
35 Tasmaniens............	135.46	148	128	+12.54	1 : 10.8
28 Chinois	138.93	151	122	—16.93	1 : 8.2
29 Javanais	140.83	150	132	+ 9 17	1 : 15.2
42 Polynésiens............	138.44	152	130	+13.56	1 : 10.2
21 Esquimaux	134.81	142	126	— 8.81	1 : 15.3

Diamètre biauriculaire.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Variation.
125 Parisiens de l'Ouest.....	119.58	138	105	+18.42	1 : 6.5
118 — des Innocents.	116.34	134	102	+17.66	1 : 6.6
125 — du douz.siècle.	121.27	139	108	+17.73	1 : 6.8
88 Auvergnats	121.22	133	110	+11.78	1 : 10.3
63 Bas Bretons............	117.76	132	104	+14.24	1 : 8.3
69 Bretons-Gallots	122.89	135	113	+12.11	1 : 10.1
27 Savoyards..............	122.33	130	112	—10.33	1 : 11.8
57 Basques français	121.56	134	106	—15.56	1 : 7.8
60 — espagnols......	116.35	128	100	—16.35	1 : 7.1
28 Corses..................	117.27	128	108	+10.73	1 : 11.4
49 Hollandais	117.69	128	108	+10.31	1 : 11.4
87 Mérovingiens...........	119.20	130	107	—12.20	1 : 9.8

		Moy.	Max.	Min.	±lim E.	Variation Lim.V = lim.E / Moy.
38	Gaulois	121.09	132	108	—13.09	1 : 9.2
33	Dolmens de la Lozère	123.90	142	108	+18.10	1 : 6.9
25	Solutré	121.82	130	112	— 9.82	1 : 12.4
44	Grotte de Baye	117.11	128	107	+10.89	1 : 10.7
19	Caverne de l'Homme-Mort	113.50	122	108	+ 8.50	1 : 13.4
118	Egypte ancienne	111.52	130	102	+18.48	1 : 6.»
19	Arabes	112. »	121	102	—10. »	1 : 11.2
22	Nubiens	112 50	120	103	— 9.50	1 : 11.8
82	Nègres	113.54	128	102	+14.46	1 : 7.9
18	Hottentots	109.83	123	100	+13.17	1 : 8.3
54	Néo-Calédoniens	115.26	125	102	—13.26	1 : 8.7
27	Australiens	113.56	126	106	+12.44	1 : 9.1
35	Tasmaniens	114.26	126	100	—14.26	1 : 8.»
28	Chinois	119.46	126	106	—13.46	1 : 8.9
29	Javanais	120. »	130	111	+10. »	1 : 12.»
42	Polynésiens	116 »	130	106	+14. »	1 : 8.3
21	Esquimaux	120.67	134	110	+13 33	1 : 9.»

Diametre stéphanique.

		Moy.	Max.	Min.	±lim E.	Lim.V
125	Parisiens de l'Ouest	118 94	133	99	—19.94	1 : 6.»
118	— des Innocents	» »	»	»	» »	» »
125	— du douz. siècle	114.14	134	97	+19.86	1 : 5 7
88	Auvergnats	122.39	137	106	—16.39	1 : 7.5
63	Bas-Bretons	120.46	137	106	+16.54	1 : 7.3
69	Bretons-Gallots	123.54	139	113	+15 46	1 : 8.»
27	Savoyards	120 11	131	111	+10 89	1 : 11.»
57	Basques français	118.72	136	105	+17.28	1 : 6.9
60	— espagnols	117.68	138	103	+20.32	1 : 5.8
28	Corses	112.67	128	100	+15.33	1 : 7.3
49	Hollandais	116.55	127	103	—13.55	1 : 8.6
87	Mérovingiens	115 74	131	105	+15.26	1 : 7.6
38	Gaulois	122.61	136	112	+13 39	1 : 9.2
33	Dolmens de la Lozère	118.25	132	108	+13 75	1 : 8.6
25	Solutré	122.40	139	116	+16.60	1 : 7.4
44	Grotte de Baye	117.11	128	102	—15.11	1 : 7.7
19	Caverne de l'Homme-Mort	113.72	124	106	+10.28	1 : 11.1
118	Egypte ancienne	118.18	127	102	—16 18	1 : 7 3
19	Arabes	112.58	120	99	—13.58	1 : 8 4
22	Nubiens	107.95	121	95	+13.05	1 : 8.3
82	Nègres	107.12	124	95	+16.88	1 : 6.3
18	Hottentots	100.16	116	94	+15.84	1 : 6.3
54	Néo-Calédoniens	103.43	117	93	+13.57	1 : 7.6
27	Australiens	102.70	112	90	—12.70	1 : 8.1
35	Tasmaniens	104.83	115	97	+10.17	1 : 10.3
28	Chinois	112.93	125	94	—18.93	1 : 6.»
29	Javanais	110.59	123	103	+12.41	1 : 8.9
42	Polynésiens	109.76	123	100	+13.24	1 : 8.3
21	Esquimaux	102.95	116	88	—14.95	1 : 6.9

Diamètre frontal-minimum.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E	Lim.V = lim.E / Moy. Variation
125 Parisiens de l'Ouest.....	97.64	112	82	—15.64	1 : 6.2
118 — des Innocents .	93.87	104	85	— 8.87	1 : 10.6
125 — du douz.siècle.	93.95	111	80	+17.05	1 : 5.5
88 Auvergnats.............	97.72	110	88	+12 28	1 : 7.6
63 Bas-Bretons	97.36	112	85	+14.64	1 : 6.7
69 Bretons-Gallots.........	98 03	109	89	+10.97	1 : 9.»
27 Savoyards..............	95.81	105	86	— 9.81	1 : 9.8
57 Basques français.......	96.70	108	86	+11.30	1 : 8 6
60 — espagnols.....	95.53	105	86	— 9.53	1 : 10.»
28 Corses..................	95.33	105	89	+ 9.67	1 : 9.9
49 Hollandais.............	94.73	108	85	+13.27	1 : 7.1
87 Mérovingiens...........	95.59	109	86	+13.41	1 : 7.1
38 Gaulois	98.50	108	89	± 9.50	1 : 10 4
33 Dolmens de la Lozère...	96.59	108	91	+11.41	1 : 8.5
25 Solutré	98.48	115	91	+16.52	1 : 6.»
44 Grotte de Baye	94.75	102	87	— 7.75	1 : 12.2
19 Caverne de l'Homme-Mort	92. »	97	84	— 8. »	1 : 11.5
118 Egypte ancienne........	91.41	103	83	+11.59	1 : 7.9
19 Arabes..................	95.47	100	89	— 6.47	1 : 14.7
22 Nubiens................	93.22	103	84	+ 9.88	1 : 9.4
82 Nègres..................	94.04	101	83	—11 04	1 : 8.5
18 Hottentots.............	94.61	103	86	— 8.61	1 : 11.»
54 Néo-Calédoniens	93.56	104	85	+10.44	1 : 8 9
27 Australiens	93.70	102	82	—11.70	1 : 8.»
35 Tasmaniens............	94. »	103	87	+ 9. »	1 : 10.4
28 Chinois................	92.54	103	85	+10.46	1 : 8.8
29 Javanais, ...	91.34	97	84	— 7.34	1 : 12.4
42 Polynésiens............	91.98	99	84	— 7.98	1 : 11.5
21 Esquimaux.............	93.19	101	82	—11 19	1 : 8.3

Diamètre vertical basilo-bregmatique.

125 Parisiens de l'Ouest....	129,52	144	109	—20.52	1 : 6.3
118 — des Innocents.	120.06	135	106	+14 94	1 : 8.»
125 — du douz.siècle.	128.46	143	110	—18 46	1 : 7.»
88 Auvergnats	128.79	140	110	—18.79	1 : 7.»
63 Bas-Bretons............	126 17	140	110	—16.17	1 : 7.8
69 Bretons-Gallots.........	126 06	139	113	—13.06	1 : 9.7
27 Savoyards..............	130.29	136	122	— 8.29	1 : 15.7
57 Basques français........	127.96	142	113	—14.96	1 : 8.6
60 — espagnols......	126.63	143	110	—16.63	1 : 7.6
28 Corses.................	133.64	140	127	— 6.64	1 : 20.1
49 Hollandais.............	126.84	137	113	—13.84	1 : 9.2
87 Mérovingiens...........	130.91	142	119	—11.91	1 : 11.»
38 Gaulois.................	136.35	146	128	+ 9.65	1 : 14.1

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Variation Lim.V=lim.E/Moy.
33 Dolmens de la Lozère..	135.45	147	117	—18.45	1 : 7.3
25 Solutré................	130.60	136	124	— 6.60	1 : 19.7
44 Grotte de Baye	134.03	144	126	+ 9.97	1 : 13.4
19 Caverne de l'Homme-Mort	132.50	138	123	— 9.50	1 : 13.9
118 Egypte ancienne	131.56	149	119	+17.44	41 : 7.5
19 Arabes.................	135.32	144	121	—14.32	1 : 9.5
22 Nubiens................	134.32	146	126	+11.68	1 : 11.5
82 Nègres.................	133.66	148	116	—17.66	1 : 7.6
18 Hottentots	128.61	143	114	—14.61	1 : 8.8
54 Néo-Calédoniens........	136.89	146	126	—10.89	1 : 12.6
27 Australiens	131.76	140	125	+ 8.24	1 : 16.»
35 Tasmaniens.............	128.46	139	115	—13.46	1 : 9.6
28 Chinois................	138.26	150	128	+11.74	1 : 11.8
29 Javanais	138.10	146	126	—12.10	1 : 11.4
42 Polynésiens............	137.15	146	128	— 9.15	1 : 15.»
21 Esquimaux..............	136.98	144	126	—10.98	1 : 12.6

Ligne naso-basilaire.

125 Parisiens de l'Ouest.....	97.45	110	84	—13.45	1 : 7.3
118 — des Innocents .	94.77	108	86	+13.23	1 : 7.2
125 — du douz.siècle.	95.71	107	85	+11.29	1 : 8.5
88 Auvergnats.............	95.08	106	84	—11.08	1 : 8.6
63 Bas-Bretons............	93.79	105	82	—11.79	1 : 7.9
69 Bretons-Gallois.........	94.65	106	85	+11.35	1 : 8.3
27 Savoyards..............	97.05	104	93	+ 6.95	1 : 13.9
57 Basques français	96.23	108	88	+11.77	1 : 8.2
60 — espagnols......	96.50	108	88	+11.50	1 : 8.3
28 Corses	95.73	110	85	+14.27	1 : 6.7
49 Hollandais	95.10	109	84	+13.90	1 : 6.8
87 Mérovingiens...........	97.37	110	84	+13.63	1 : 7.1
38 Gaulois	100.87	116	91	+15.13	1 : 6.7
33 Dolmens de la Lozère...	101 »	111	88	—13. »	1 : 7.8
25 Solutré.................	99.27	106	94	+ 6.73	1 : 14.7
44 Grotte de Baye..........	99.88	108	92	+ 8.12	1 : 12 3
19 Caverne de l'Homme-Mort	97.82	102	92	— 5.82	1 : 16.8
118 Egypte ancienne........	98.57	110	86	—12.57	1 : 7.8
19 Arabes.................	101.84	111	91	—10.84	1 : 9.4
22 Nubiens................	97.50	101	90	— 7.50	1 : 13.»
82 Nègres.................	99.35	117	86	+17.65	1 : 5.6
18 Hottentots	96.82	110	88	+13.18	1 : 7.3
54 Néo-Calédoniens........	101.06	110	90	—11.06	1 : 9.1
27 Australiens............	97.96	109	88	+11.04	1 : 8.9
35 Tasmaniens.............	96.09	103	84	—12.09	1 : 7.9
28 Chinois.	99.33	106	92	— 7.33	1 : 13.6
29 Javanais	99.14	108	91	+ 8.86	1 : 11.2
42 Polynésiens.	102.24	114	92	+11.76	1 : 8.7
21 Esquimaux..............	104.76	111	95	— 9.76	1 : 10.7

Projection antérieure.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Lim.V= lim.E / Moy. Variation
125 Parisiens de l'Ouest.....	95.71	111	80	—15.71	1 : 6.1
118 — des Innocents.	94.15	109	79	—15.15	1 : 6.2
125 — du douz.siècle.	93.84	104	85	+10.16	1 : 9.2
88 Auvergnats.............	92.87	105	80	—12.87	1 : 7 2
63 Bas-Bretons............	91.44	106	80	+14.56	1 : 6.3
69 Bretons-Gallots.........	94.68	105	83	—11.68	1 : 8.1
27 Savoyards...............	91.06	100	82	— 9.06	1 : 10.1
57 Basques français........	92.96	104	77	—15.96	1 : 5.8
60 — espagnols......	88.77	100	80	—18.77	1 : 4.7
28 Corses..................	90.16	100	79	—11.16	1 : 8.1
49 Hollandais	92.86	103	82	—10.86	1 : 8.5
87 Mérovingiens...	96.34	105	85	—11.34	1 : 8.5
38 Gaulois.	97.10	112	88	+14.90	1 : 6.5
33 Dolmens de la Lozère...	99.37	104	91	— 8.37	1 : 11.9
25 Solutré.................	95.27	103	86	— 9.27	1 : 10.3
44 Grotte de la Baye.......	94.72	115	82	—12 72	1 : 7.4
19 Caverne de l'Homme-Mort	91.21	102	84	+10.79	1 : 8.4
118 Egypte ancienne.......	96.04	109	85	+12.96	1 : 7.5
19 Arabes..................	98.94	113	88	+14.06	1 : 7.»
22 Nubiens	100.04	111	93	+10.96	1 : 9.1
82 Nègres..................	103.58	117	88	—15.58	1 : 6.6
18 Hottentots	102.28	118	92	+15.72	1 : 6.5
54 Néo-Calédoniens........	106.77	117	100	+10.23	1 : 10.4
27 Australiens	101.57	114	88	—13.57	1 : 7.5
35 Tasmaniens.............	100.20	110	90	—10.20	1 : 9.8
28 Chinois.................	98.96	107	89	— 9.96	1 : 9.9
29 Javanais	99.79	113	90	+13.21	1 : 7.6
42 Polynésens.............	101.38	111	89	—12.38	1 : 8.2
21 Esquimaux	103.65	114	89	—14.65	1 : 7.1

Projection postérieure.

125 Parisiens de l'Ouest....	97.45	115	80	+17.55	1 : 5.6
118 — des Innocents.	97.72	109	85	—12.72	1 : 7.7
125 — du douz.siècle.	97.86	112	87	+14.14	1 : 6.9
88 Auvergnats	96.26	110	89	+13.74	1 : 7.»
63 Bas-Bretons............	98.34	110	82	—16.34	1 : 6.»
69 Bretons-Gallots	98.40	114	88	+15.60	1 : 6.3
27 Savoyards..............	90.25	100	79	—11.25	1 : 8.»
57 Basques français........	95.95	111	85	+15.05	1 : 6.4
60 — espagnols......	98.84	111	90	+12.16	1 : 8.1
28 Corses.................	101. »	115	91	+14. »	1 : 7.2
49 Hollandais	103.02	114	94	+10.98	1 : 9.4
87 Mérovingiens...........	102.18	113	89	—13.18	1 : 7.8
38 Gaulois	99.10	107	92	+ 7.90	1 : 12.5
33 Dolmens de la Lozère..	105.13	120	90	—15.13	1 : 6.9

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Lim.V=lim.E/Moy. (Variation)
25 Solutré	97.87	108	89	+10.13	1 : 9.6
44 Grotte de Baye	96.75	108	85	—11.75	1 : 8.2
19 Caverne de l'Homme-Mort	105.17	115	96	+ 9.83	1 : 10.7
118 Egypte ancienne	100.81	115	85	—15.81	1 : 6.4
19 Arabes	101.06	117	90	+15.94	1 : 6.3
22 Nubiens	98.82	110	90	+11.18	1 : 8.9
82 Nègres	98.05	113	85	+14.95	1 : 6.6
18 Hottentots	95.82	110	88	+14.18	1 : 6.8
54 Néo-Calédoniens	97.13	110	85	+12.87	1 : 7.6
27 Australiens	96.33	111	87	+14.67	1 : 6.6
35 Tasmaniens	96.77	110	83	—13.77	1 : 7.»
28 Chinois	101.76	112	90	—11.76	1 : 8.7
29 Javanais	92.83	100	85	— 7.83	1 : 11.9
42 Polynésiens	98.80	112	85	—13.80	1 : 7.2
21 Esquimaux	99.35	106	90	— 9.35	1 : 10.6

Biorbitaire externe.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Lim.V.
125 Parisiens de l'Ouest	104.43	120	93	+15.57	1 : 6.7
118 — des Innocents	»	»	»	»	1 : »
125 — du douz. siècle	102.58	114	92	+11.42	1 : 8.9
88 Auvergnats	105.16	115	95	—10.16	1 : 10.
63 Bas-Bretons	102.84	113	93	+10.16	1 : 10.1
69 Bretons-Gallots	103.78	115	92	—11.78	1 : 8.8
27 Savoyards	103.65	109	96	— 7.65	1 : 13.6
57 Basques français	102.63	115	91	+12.37	1 : 8.3
60 — espagnols	99.92	111	89	+11.08	1 : 9.»
28 Corses	102.20	111	92	—10.20	1 : 10.»
49 Hollandais	101.35	119	92	— 9.35	1 : 10.8
87 Mérovingiens	103.10	114	88	—15.10	1 : 6.8
38 Gaulois	105.06	117	95	+11.94	1 : 8.8
33 Dolmens de la Lozère	104.56	109	99	— 5.56	1 : 18.8
25 Solutré	106.72	116	100	+ 9.28	1 : 11.5
44 Grotte de Baye	103.36	108	96	— 7.36	1 : 14.»
19 Caverne de l'Homme-Mort	100.50	107	94	± 6.50	1 : 15.5
118 Egypte ancienne	100.54	112	87	—13.54	1 : 7.4
19 Arabes	103.90	113	95	+ 9.10	1 : 11.4
22 Nubiens	106.95	121	96	+14.05	1 : 7.6
82 Nègres	105.17	116	91	—14.17	1 : 7.4
18 Hottentots	105.13	123	91	+17.87	1 : 5.8
54 Néo-Calédoniens	107.41	120	100	+12.59	1 : 8.5
27 Australiens	106.75	119	93	—13.75	1 : 7.8
35 Tasmaniens	104.46	113	96	+ 8.54	1 : 12.2
28 Chinois	104.44	110	97	— 7.44	1 : 14.»
29 Javanais	104.62	114	95	— 9.62	1 : 10.9
42 Polynésiens	102.70	113	95	+10.30	1 : 10.»
21 Esquimaux	105.86	113	98	— 7.86	1 : 13.5

Largeur bizygomatique.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Lim. V = lim.E / Moy. (Variation)
125 Parisiens de l'Ouest	129.28	148	115	+18.72	1 : 6.9
118 — des Innocents.	»	»	»	»	1 : »
125 — du douz. siècle	127.03	148	113	+20 97	1 : 6.1
88 Auvergnats	130.67	143	113	−17.67	1 : 7.4
63 Bas-Bretons............	127.43	143	108	−19 43	1 : 6.5
69 Bretons-Gallots.........	130.06	141	115	−15.06	1 : 8.6
27 Savoyards..............	130 24	142	121	+11.76	1 : 11.1
57 Basques français	129.06	144	110	−19.06	1 : 6.8
60 — espagnols......	124.22	138	108	−16.22	1 : 7.7
28 Corses..................	126.16	135	117	− 9.16	1 : 13.8
49 Hollandais	126.18	136	106	−20.18	1 : 6.2
88 Mérovingiens...........	128.85	141	108	−20.85	1 : 6.2
38 Gaulois.................	131.88	143	120	−11.88	1 : 11.1
33 Dolmens de la Lozère...	135.89	146	124	−11.89	1 : 11.5
25 Solutré..................	131.40	144	120	+12.60	1 : 10.4
44 Grotte de Baye	127.46	137	118	+ 9.54	1 : 13.4
19 Caverne de l'Homme-Mort	124.71	134	116	+ 9.29	1 : 13.4
118 Egypte ancienne........	124.46	143	108	−16.46	1 : 7.6
19 Arabes..................	126.88	142	116	+ 15.12	1 : 8.4
22 Nubiens...	127.63	134	114	−13.63	1 : 9.4
82 Nègres	125.74	137	111	−14.74	1 : 8.5
18 Hottentots	123.13	143	108	+19.87	1 : 6.2
54 Néo-Calédoniens........	133,53	145	121	−12.53	1 : 10.7
27 Australiens.............	127.29	144	108	−19.29	1 : 6.6
35 Tasmaniens............	125.69	141	112	+15.31	1 : 8.2
28 Chinois.	132.04	141	123	− 9.04	1 : 14.6
29 Javanais	132.79	146	121	+13.21	1 : 10.»
42 Polynésiens	130.20	142	117	−13.20	1 : 9.9
21 Esquimaux.............	136 20	152	122	+15.80	1 : 8.6

Racine à épine.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Lim. V
125 Parisiens de l'Ouest.....	50.26	58	42	− 8.26	1 : 6.8
118 — des Innocents.	»	»	»	»	1 : »
125 — du douz. siècle.	48.62	57	40	− 8.62	1 : 5.6
88 Auvergnats.............	49.20	55	42	− 7.20	1 : 6.8
63 Bas-Bretons............	48.89	59	40.5	+10.11	1 : 4.8
69 Bretons-Gallots.........	50.68	57	44	+ 6.32	1 : 8.»
27 Savoyards..............	49.29	54	44	− 5.29	1 : 9 3
57 Basques français........	49.46	57	40	− 9.46	1 : 5.2
60 — espagnols.......	49.76	56	41	− 8.76	1 : 5.7
28 Corses.................	50.48	56.5	44	− 6.48	1 : 7.8
49 Hollandais..............	49.78	55.5	43	− 6.78	1 : 7.4
87 Mérovingiens...........	48.56	60	38	+11.44	1 : 4.2
38 Gaulois................	50.30	55	45	− 5.30	1 : 9.5

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Lim.V = Variation lim.E / Moy.
33 Dolmens de la Lozère....	51.75	58	43	— 8.75	1 : 5.9
25 Solutré...............	50.29	57	43	— 7.29	1 : 6.9
44 Grotte de Baye	48.17	56	43	+ 7.83	1 : 6.1
19 Caverne de l'Homme-Mort	49.18	54	41	— 8.18	1 : 6.»
118 Egypte ancienne........	49.25	61	42	+11.75	1 : 4.2
19 Arabes.................	51.67	56	47	— 4,67	1 : 11.1
22 Nubiens................	46.22	53	41	+ 6.78	1 : 6.8
82 Nègres.................	47.98	57	41	+ 9.02	1 : 5.3
18 Hottentots	44.69	52	44	+ 7.31	1 : 6.1
54 Néo-Calédoniens........	48.91	54	42	— 6.91	1 : 7.1
27 Australiens............	46.95	53	41	+ 6.05	1 : 7.8
35 Tasmaniens............	45.56	51	37	— 8.56	1 : 5.3
28 Chinois	53,02	58	46	— 7.02	1 : 7.6
29 Javanais	50.31	56	44.5	— 5.81	1 : 8.7
42 Polynésiens	50.64	60	44	+ 9.36	1 : 5.4
21 Esquimaux............	54.40	60	48	— 6.40	1 : 8.5

Largeur des narines.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Lim.V
125 Parisiens de l'Ouest.....	23.53	28	20	+ 4.47	1 : 5.3
118 — des Innocents.	»	»	»	»	» »
125 — du douz. siècle.	23.46	28.5	20	+ 5.04	1 : 4.7
88 Auvergnats	23.06	27	19.5	+ 3.94	1 : 5.8
63 Bas-Bretons	22.99	27	18	— 4.99	1 : 4.6
69 Bretons-Gallots.........	23.10	27	20	+ 3.90	1 : 5.9
27 Savoyards..............	23.76	27	21	+ 3.24	1 : 7.3
57 Basques français........	23.15	27	19	— 4.15	1 : 5.6
60 — espagnols......	22.25	26	18	— 4.25	1 : 5.2
28 Corses................	23.62	27	20	— 3.62	1 : 6.5
49 Hollandais.............	23.01	28	19	+ 4.99	1 : 4.6
87 Mérovingiens...........	23.86	28.5	18.5	— 5.36	1 : 4.5
38 Gaulois	22.93	28	19	+ 5.07	1 : 4.5
33 Dolmens de la Lozère...	24.69	28	22	+ 3.31	1 : 7.5
25 Solutré................	24.20	30	22	+ 5.80	1 : 4.2
44 Grotte de Baye.........	23.10	28	20	+ 4.90	1 : 4.7
19 Caverne de l'Homme-Mort	22.36	27	20	+ 4.64	1 : 4 8
118 Egypte ancienne........	23.91	29	20.5	+ 5.09	1 : 4.7
19 Arabes.................	23.53	25	21	— 2.53	1 : 9.3
22 Nubiens................	25.50	29	21	— 4.50	1 : 5.7
82 Nègres.................	26.66	30	22	— 4.66	1 : 5.7
18 Hottentots	26.09	31	22	+ 4.91	1 : 5.3
54 Néo-Calédoniens........	24.84	30	20	+ 5.16	1 : 4.8
27 Australiens............	26.12	30	21	— 5.12	1 : 5.1
35 Tasmaniens	26.59	31	23	+ 4.41	1 : 6.»
28 Chinois	25.48	28	22	— 3.48	1 : 7.3
29 Javanais	25.90	30	22	+ 4.10	1 : 6.3
42 Polynésiens............	24.52	29	20	— 4.52	1 : 5.4
21 Esquimaux..............	22.82	25	19	— 3.82	1 : 6.»

Largeur de l'orbite.

	Moy.	Max.	Min.	±lim.E.	Lim.A=	Variation lim.E / Moy.
125 Parisiens de l'Ouest	39.52	44	34	— 5.52	1 :	7.2
118 — des Innocents	»	»	»	»	»	»
125 — du douz. siècle	39.06	44	32.5	— 6.56	1 :	5.9
88 Auvergnats	38.30	42	34	— 4.30	1 :	8.8
63 Bas-Bretons	37.61	43	34	+ 5.39	1 :	7.»
69 Bretons-Gallots	37.06	41	34	+ 3.94	1 :	9.4
27 Savoyards	36.88	39	35	+ 2.12	1 :	17.4
57 Basques français	39.08	43	34	— 5.08	1 .	7.7
60 — espagnols	38.97	44	34	+ 5.03	1 :	7.7
28 Corses	37.70	41	35	+ 3.30	1 :	11.4
49 Hollandais	37.35	40	34	— 3.35	1 :	11.2
87 Mérovingiens	39.49	44	33	— 6.49	1 :	6.1
38 Gaulois	37.60	41	34	— 3.60	1 :	10.4
33 Dolmens de la Lozère	39.83	42	37	— 2.83	1 :	14.1
25 Solutré	39.15	42	36	— 3.15	1 :	12.4
44 Grotte de Baye	37.53	41	35	+ 3.47	1 :	10.8
19 Caverne de l'Homme Mort	37.93	40	35	— 2.93	1 :	12.9
118 Egypte ancienne	36.97	41	33	+ 4.03	1 :	9.2
19 Arabes	39.24	42	37.5	+ 2.76	1 :	14.2
22 Nubiens	40.22	44	37.5	+ 3.78	1 :	10.6
82 Nègres	39.32	44	34	— 5.32	1 :	7.4
18 Hottentots	38.25	43	34	+ 4.75	1 :	8.1
54 Néo-Calédoniens	39.92	46	36	+ 6.08	1 :	6.6
27 Australiens	40.43	45	36	+ 4.57	1 :	8.8
35 Tasmaniens	37.74	43	33	+ 5.26	1 :	7.2
28 Chinois	36.74	40	34	+ 3.26	1 :	11.2
29 Javanais	38.55	43	35	+ 4.45	1 :	8.6
42 Polynésiens	37.39	41	34	+ 3.61	1 :	10.4
21 Esquimaux	40.27	45	37	+ 7.73	1 :	8.5

DISCUSSION.

(*Séance du* 8 *janvier* 1880).

Le mémoire de M. J. Bertillon sur la vie moyenne et la vie normale et celui qui précède ont donné lieu à la discussion suivante :

M. Topinard reconnaît l'importance de la méthode des moyennes que M. Broca a exposée ; il conviendrait, d'après lui, de donner à ces moyennes le nom de *moyennes arithmétiques*. Mais il préfère la méthode de la *sériation* qui permet de déterminer le chiffre qui se présente le plus de fois dans la série mesurée; ce chiffre représente la moyenne réelle, que M. Topinard appelle *moyenne maximum*.

M. G. Lagneau pense avec M. Broca que, pour obtenir le type virtuel

offrant la caractéristique, ou l'ensemble des caractères d'une race, il est utile de prendre les moyennes des caractères propres à la spécifier.

Mais sous le rapport ethnologique il préfère la sériation qui permet de s'assurer si une population est homogène, c'est-à-dire composée d'une seule et même race ou de plusieurs races intimement mélangées, ou hétérogène, c'est-à-dire composée de plusieurs races justaposées mais non intimement mêlées.

M. Broca. Je demande la permission d'établir une distinction entre l'*ordination* et la *sériation*.

Ranger une collection de chiffres en allant du plus petit au plus grand, c'est faire une *ordination*. Tels sont les tableaux que nous a présentés M. Topinard. Ils montrent des phénomènes intéressants, mais ils ne les montrent pas tous.

Quand on veut analyser plus complètement les faits, on fait ce que j'appelle une *sériation*. Cette opération consiste à reprendre une série ordonnée par rapport à un certain caractère, et à la subdiviser de haut en bas en un certain nombre de tronçons ou séries secondaires, que l'on étudie au point de vue des autres caractères.

C'est ce que j'ai fait par exemple en 1861, pour notre collection de 125 crânes de la Cité. Je les ai ordonnés suivant leur indice céphalique, puis j'ai coupé la colonne en trois groupes, et dans chacun de ces trois groupes j'ai étudié d'autres caractères. Ainsi, en face de chacun des crânes de ces trois groupes, j'inscrivis la capacité crânienne, et je vis que les brachycéphales, avaient une capacité plus grande que les dolichocéphales, et que les mésaticéphales, race sans doute métisse avaient la moindre capacité moyenne. On s'explique ces différences, car à cet époque la conquête franque n'était pas loin encore, et les deux races pouvaient être encore distinctes.

Je fis alors dans l'ordination de mes 125 crânes une autre coupure en cinq groupes ; et, opérant comme précédemment, j'obtins les résultats suivants, qui confirment ceux que j'ai énoncés plus haut :

			Capacité moyenne.
1er	groupe des crânes	les plus dolichocéphales......	1430
2e	—	moins dolichocéphales........	1409
3e	—	mésaticéphales...............	1384
4e	—	les moins brachycéphales.....	1443
5e	—	les plus brachycéphales.......	1505

C'est surtout à la capacité crânienne que j'ai appliqué alors cette méthode, mais je m'en suis servi depuis pour rechercher d'autres caractères et pour retrouver les caractères respectifs de diverses races mélangées dans une même série.

Voilà donc ce que j'appelle la *sériation*. Peut-être a-t-elle été employée dans des études d'un autre ordre, mais je crois l'avoir introduite en anthropologie.

La communication de M. Topinard soulève encore une autre question de mots que je demande à éclaircir.

M. Topinard nous a dit qu'il y avait deux *moyennes:* celle qu'on obtient en divisant la somme des chiffes individuels par le nombre des individus et ensuite la *médiane*, qui est le chiffre situé au milieu de la colonne, c'est-à-dire en laissant au-dessus et au-dessous de lui un même nombre d'individus.

La première de ces valeurs est la vraie moyenne, la moyenne classique connue et admise par tout le monde et dont le nom ne peut être appliqué à aucune autre chose.

Quand à la seconde, elle s'en approche plus ou moins, mais elle en diffère absolument ; elle est connue sous le nom de valeur *probable*, parce qu'un cas inconnu a autant de chances d'être au-dessus d'elle que d'être au-dessous. On l'a appelée aussi quelquefois la *médiane* mais ce nom n'est pas exact et fait naître des idées fausses.

C'est Fourier, qui a étudié, déterminé et nommé la valeur *probable* dont il était inutile de remplacer le nom par un nom qui n'exprime nullement l'état des choses. Le nom de *médiane*, a une acception géométrique qu'on ne peut changer ; il désigne la ligne qui divise tout un système de lignes parallèles en deux parties égales. On l'a appliqué au calcul des probabilités pour que les chances simples, mises en courbe, donnent une courbe que la ligne de la moyenne divise en deux parties égales et symétriques. Il y a alors une ligne médiane qui correspond à la moyenne ; et si d'un point quelconque de la courbe on mène une parallèle à la base, cette ligne est divisée par la médiane en deux parties égales. Mais les phénomènes complexes, ceux qui dépendent de causes combinées, et en particulier ceux où intervient la vie, n'ont pas cette répartition régulière. C'est à tort que Quételet à cru pouvoir la leur assigner. Leur courbe est asymé-

trique, ainsi que je j'ai montré l'autre jour ; elle n'a pas de médiane, et lorsqu'on parle de leur médiane, on fait naître dans l'esprit du lecteur une erreur qu'on est bientôt tenté de partager soi-même. Le mot *probable*, rendu classique par Fourrier, ne préjuge rien de pareil : il désigne dans une série de 100,001 par exemple, la grandeur du 50,001e sujet, sans supposer que les 50,000 qui précèdent sont entre eux dans les mêmes relations que les 50,000 qui suivent.

Je ne puis non plus accepter les termes de *moyennè maximum* et de *moyenne minimum* dont M. Topinard s'est servi en parlant des ordinations dans lesquelles certains groupes de faits en contiennent un plus grand nombre que ceux qui les précèdent ou qui les suivent.

Enfin M. Topinard a fait honneur à M. Sasse d'une méthode qui appartient un peu à tous les auteurs et, en tout cas, à tous les pays.

TABLE DES MATIÈRES

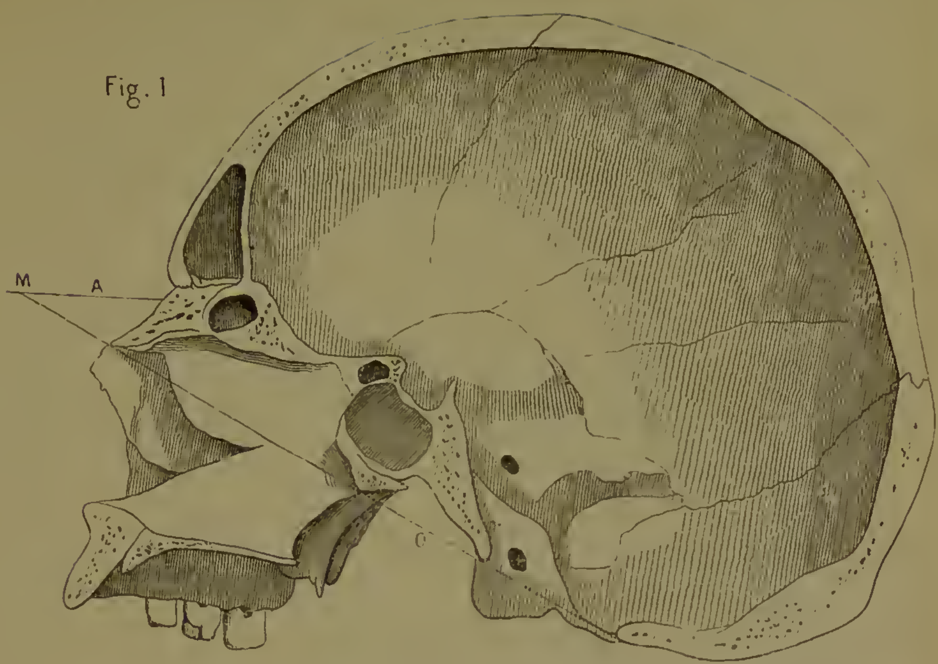
INDICATION DES PLANCHES

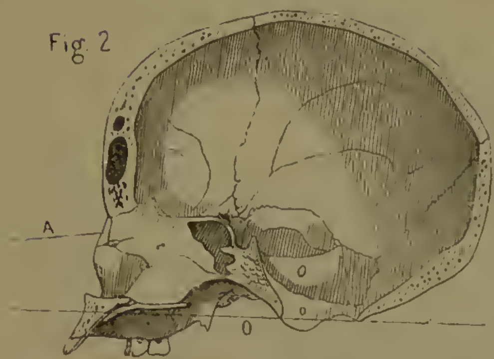
INDICATION DES FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

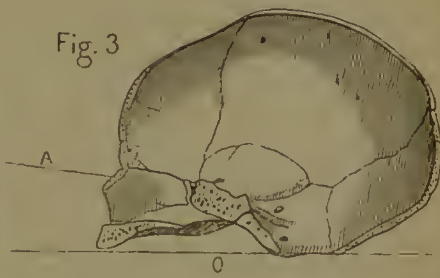
Pages.

INDICATION DES PRINCIPAUX TABLEAUX

2559 — ABBEVILLE. — TYP. ET STER. A. RETAUX.













E. MORIEU Sc

L'ANGLE ORBITO-OCCIPITAL PAR LE PROCÉDÉ GRAPHIQUE

CATALOGUE

DES

LIVRES DE FONDS

DE

C. REINWALD

Libraire-Éditeur

ET COMMISSIONNAIRE POUR L'ÉTRANGER

15, rue des Saints-Pères, 15

DIVISION DU CATALOGUE

PARIS

Mai 1883

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

Archives de Zoologie expérimentale et générale. Histoire naturelle. — Morphologie. — Histologie. — Évolution des animaux. Publiées sous la direction de Henri de Lacaze-Duthiers, membre de l'Institut, professeur d'anatomie et de physiologie comparée et de zoologie à la Sorbonne.

Les *Archives de Zoologie expérimentale et générale* paraissent par cahiers trimestriels. Quatre cahiers ou numéros forment un volume. Prix de l'abonnement : pour Paris, 40 fr.; pour les départements et l'étranger, 42 fr.

Premier volume, 1872; Deuxième volume, 1873; Troisième volume, 1874; Quatrième volume, 1875; Cinquième volume, 1876; Sixième volume, 1877; Septième volume, 1878; Huitième volume, 1879-1880; Neuvième volume, 1881; Dixième volume, 1882, gr. in-8° avec planches noires et color. Prix du vol. cart. 42 fr.

Le onzième volume ou 2° Série, 1er volume (année 1883) est en cours de publication. Prix de la souscription, 40 fr. pour Paris; pour les départements et l'étranger .... 42 fr.

Revue d'Anthropologie. Publiée sous la direction de M. Paul Broca, secrétaire général de la Société d'anthropologie, directeur du laboratoire d'Anthropologie de l'École des hautes études, professeur à la Faculté de médecine. 1872, 1873 et 1874. — 1re, 2e et 3e année ou vol. I, II et III. Prix de chaque volume.. 20 fr.

Pour la 4e année et les suivantes, s'adresser à M. G. Masson, éditeur.

Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'Homme. Revue mensuelle illustrée, fondée par M. G. de Mortillet, 1865 à 1868, dirigée depuis 1869 par M. Emile Cartailhac, avec le concours de MM. P. Cazalis de Fondouce (Montpellier) et E. Chantre (Lyon). Dix-septième année (2e série, tome XIII, 1882). Format in-8°, avec de nombreuses gravures. Prix de l'abonnement pour la France et l'étranger.. 15 fr.

Prix de la Collection : Tomes I à IV (années 1865-1868), tome V (ou 2e série, tome I, 1869) (*les volumes I à V ne se vendent pas séparément*) tome VI (ou 2e série, tome II, 1870-1871), 15 fr.; tome VII (ou 2e série, tome III, 1872), 15 fr.; tome VIII (ou 2e série, tome IV, 1873); 15 fr.; tome IX (ou 2e série, tome V, 1871), 15 fr.; tome X (ou 2e série, tome VI, 1875) (*le volume X ne se vend pas séparément*), tome XI (ou 2e série, tome VII, 1873). 15 fr.; tome XII (2e série, tome VIII, 1877), 15 fr.; tome XIII (2e série, tome IX, 1878), 15 fr.; tome XIV (2e série, tome X, 1879), 15 fr.; tome XV (2e série, tome XI, 1880), 15 fr. tome XVI (2e série, tome XII, 1881), 15 fr.

La 7e livr. du tome XVII (2e série, tome XIII, 1882), vient de paraître.

Il ne reste à l'éditeur qu'un seul exemplaire de la collection des 11 premiers vol. reliés 1/2 maroquin. Prix : 500 fr.

Bulletin mensuel de la librairie française. Publié par C. Reinwald. 1882. 25e année. 8 pages in-8°. — Prix de l'abonnt : France, 2 fr. 50. Etranger, 3 fr.

Ce Bulletin paraît au commencement de chaque mois, et donne le titre et les prix des principales nouvelles publications de France, ainsi que de celles en langue française éditées en Belgique, en Suisse, en Allemagne, etc., avec indications des éditeurs ou de leurs dépositaires à Paris.

LE MONDE TERRESTRE

AU POINT ACTUEL DE LA CIVILISATION.

Nouveau Précis de Géographie comparée, descriptive, politique et commerciale, avec une introduction, l'indication des sources et cartes, et un répertoire alphabétique, par Charles Vogel, membre des Sociétés de Géographie et d'Économie politique de Paris, membre correspondant de l'Académie royale des sciences de Lisbonne, etc., etc. L'ouvrage entier formera trois volumes grand in-8°, divisés en 5 parties, et sera complet dans le cours de l'année 1883.

Premier volume, prix, cartonné à l'anglaise .... 15 fr.
Second volume, prix, cartonné à l'anglaise.............................. 18 fr.
Troisième volume, première partie (Fin de l'Europe). Prix, cart... 9 fr.
Troisième volume, deuxième partie (Asie et Afrique). Prix, cart.. 12 fr.

La publication de la troisième partie du troisième volume, contenant l'Amérique et l'Australie, se poursuit par livraisons mensuelles et forme la fin de l'ouvrage. Prix de chaque livraison, 1 fr. 25.

BIBLIOTHÈQUE

DES SCIENCES CONTEMPORAINES

PUBLIÉE AVEC LE CONCOURS

DES SAVANTS ET DES LITTÉRATEURS LES PLUS DISTINGUÉS

PAR LA LIBRAIRIE C. REINWALD

Depuis le siècle dernier, les sciences ont pris un énergique essor en s'inspirant de la féconde méthode de l'observation et de l'expérience. On s'est mis à recueillir, dans toutes les directions, les faits positifs, à les comparer, à les classer et à en tirer des conséquences légitimes. Les résultats déjà obtenus sout merveilleux. Des problèmes qui semblaient devoir à jamais échapper à la connaissance de l'homme ont été abordés et en partie résolus. Mais jusqu'à présent ces magnifiques acquisitions de la libre recherche n'ont pas été mises à la portée des gens du monde : elles sont éparses dans une multitude de recueils, mémoires et ouvrages spéciaux, et, cependant, il n'est plus permis de rester étranger à ces conquêtes de l'esprit scientifique moderne, de quelque œil qu'on les euvisage.

De ces réflexions est née la présente entreprise. Chaque traité forme un seul volume, avec gravures quand ce sera nécessaire, et de prix modeste. Jamais la vraie science, la science consciencieuse et de bon aloi, ne se sera faite ainsi toute à tous.

Uu plan uniforme, fermement maintenu par un comité de rédactiou, préside à la distribution des matières, aux proportions de l'œuvre et à l'esprit général de la collection.

Conditions de la souscription. — Cette collection paraît par volumes in-12 format anglais, aussi agréable pour la lecture que pour la bibliothèque; chaque volume a de 10 à 15 feuilles, ou de 350 à 500 pages au moins. Les prix varient, suivant la nécessité, de 3 à 5 francs.

EN VENTE

I. **La Biologie**, par le docteur Letourneau. 3ᵉ édition. 1 vol. de 518 pages avec 112 gravures sur bois. Prix, broché, 4 fr. 50; relié, toile anglaise..... 5 fr.

II. **La Linguistique**, par Abel Hovelacque. 3ᵉ édition. 1 vol. de 454 pages. Prix, broché, 4 fr.; relié, toile anglaise........................ 4 fr. 50

III. **L'Anthropologie**, par le docteur Topinard, avec préface du professeur Paul Broca. 3ᵉ édit. 1 volume de 576 pages avec 52 gravures sur bois. Prix, broché, 5 fr.; relié, toile anglaise.................................. 5 fr. 75

IV. **L'Esthétique**, par M. Eugène Véron. directeur du journal *l'Art*. — Origines des Arts. — Le Goût et le Génie. — Définition de l'Art et de l'Esthétique. — Le Style. — L'Architecture. — La Sculpture. — La Peinture. — La Danse. — La Musique. — La Poésie. — L'Esthétique de Platon. — 2ᵉ edition, 1 vol. de 524 pages. Prix : broché, 4 fr.; relié, toile anglaise .... 4 fr. 50

V. **La Philosophie**, par M. André Lefèvre. 1 vol. de 612 pages. Prix, broché, 5 fr.; relié, toile anglaise .... 5 fr. 75

VI. **La Sociologie** d'après l'Ethnographie, par le Dʳ Charles Letourneau. 1 vol. de 598 pages. Prix : broché, 5 fr.; relié, toile anglaise........... 5 fr. 75

VII. **La Science économique**, par Yves Guyot. 1 vol. de 474 pages, avec figures graphiques. Prix : broché. 4 fr. 50; relié, toile anglaise .... 5 fr.

VIII. **Le Préhistorique**. Antiquité de l'homme, par Gabriel de Mortillet. professeur d'anthropologie préhistorique à l'école d'Anthropologie de Paris. 1 volume de 642 pages avec 64 figures intercalées dans le texte. Prix. broché, 5 fr.; relié, toile anglaise.................................. 5 fr. 75

IX. **La Botanique**, par J. L. de Lanessan, professeur agrégé d'histoire naturelle à la Faculté de médecine de Paris. 1 volume de 570 pages avec 132 figures intercalées dans le texte. Prix, broché, 5 fr.; relié toile anglaise... 5 fr. 75

I. — DICTIONNAIRES

Nouveau Dictionnaire universel
DE LA
LANGUE FRANÇAISE
Rédigé d'après les travaux et les Mémoires des membres
DES CINQ CLASSES DE L'INSTITUT
ENRICHI D'EXEMPLES EMPRUNTÉS AUX ÉCRIVAINS, AUX PHILOLOGUES ET AUX SAVANTS LES PLUS CÉLÈBRES DEPUIS LE XVIe SIÈCLE JUSQU'A NOS JOURS

Par M. P. POITEVIN

Nouvelle édition, revue et corrigée. 2 vol. in-4°, imprimés sur papier grand raisin. Prix, ouvrage complet. 40 fr. Relié en 1/2 maroq. très solide. 50 fr.

DICTIONNAIRE TECHNOLOGIQUE
DANS LES LANGUES
FRANÇAISE, ANGLAISE ET ALLEMANDE
Renfermant les termes techniques usités dans les arts et métiers et dans l'industrie en général

Rédigé par M. Alexandre TOLHAUSEN

Revu et augmenté par M. Louis TOLHAUSEN

Ire partie : *Français-allemand-anglais.* 1 vol. in-12, avec un nouveau grand supplément .... 12 fr. 50

Le *Nouveau grand supplément* de la Ire partie se vend séparément 3 fr. 75.

IIe partie : *Anglais-allemand-français.* 1 vol. in-12.................. 10 fr.

IIIe partie : *Allemand-français-anglais.* 1 vol. in-12 .... 10 fr.

A complete Dictionary of the English and French Languages with the Accentuation and the litteral Pronunciation. by W. James and A. Molé. In-12. Broché .... 7 fr.

A complete Dictionary of the English and Italian Languages with the Italian Pronunciation. by W. James and Gius. Grassi. In-12. Broché. 6 fr.

A complete Dictionary of the English and German Languages with the Pronunciation after Walker and Heinsius, by W. James. In-12. Broché. 5 fr.

Dictionnaire français-anglais et anglais-français, par Wessely. 1 vol. in-16. Cartonné toile.. 2 fr.

Dictionnaire anglais-allemand et allemand-anglais, par Wessely. 1 vol. in-16. Broché, 2 fr.; cart............................ ......,......... 3 fr.

Dictionnaire anglais-italien et italien-anglais, par Wessely. 1 volume in-16. Broché, 2 fr.; cart... 3 fr.

Dictionnaire italien-allemand et allemand-italien, par Locella. 1 volume in-16. Broché, 2 fr.; cart... 3 fr.

Dictionnaire anglais-espagnol et espagnol-anglais, par Wessely et Gironès. 1 vol. in-16. Broché, 2 fr.; cart.................................. 3 fr.

Dictionnaire allemand-français et français-allemand, de J. E. Wessely. 1 vol. in-16 de 466 pages, se vend relié en toile, édition classique...... 1 fr. Relié en toile anglaise.. 2 fr.

II. — SCIENCES NATURELLES

OUVRAGES DE CH. DARWIN

L'Origine des Espèces au moyen de la sélection naturelle ou la Lutte pour l'existence dans la nature, traduit sur l'édition anglaise définitive par Edmond Barbier. 1 volume in-8°. Cartonné à l'anglaise .... 8 fr.

De la Variation des Animaux et des Plantes à l'état domestique, traduit sur la seconde édition anglaise par Ed. Barbier, préface par Carl Vogt. 2 vol. in-8°, avec 43 gravures sur bois. Cart. à l'anglaise........... 20 fr.

La Descendance de l'Homme et la Sélection sexuelle. Traduit de l'anglais par Edmond Barbier, préface de Carl Vogt. Troisième édition française. 1 vol. in-8° avec grav. sur bois. Cartonné à l'anglaise .... 12 fr. 50

De la Fécondation des Orchidées par les insectes et du bon résultat du croisement. Traduit de l'anglais par L. Rerolle. 1 vol. in-8° avec 34 grav. sur bois. Cart. à l'anglaise.. 8 fr.

L'Expression des Émotions chez l'homme et les animaux. Traduit par Samuel Pozzi et René Benoit. 2° édition, revue. 1 vol. in-8°, avec 21 grav. sur bois et 7 photographies. Cartonné à l'anglaise...................... 10 fr.

Voyage d'un Naturaliste autour du Monde, fait à bord du navire *Beagle*, de 1831 à 1836. Traduit de l'anglais par E. Barbier. 1 vol. in-8° avec gravures sur bois. Cartonné à l'anglaise.................................... 10 fr.

Les Mouvements et les Habitudes des Plantes grimpantes. Ouvrage traduit de l'anglais sur la deuxième édition par le docteur Richard Gordon. 1 vol. in-8° avec 13 figures dans le texte. Cart. à l'anglaise............ 6 fr.

Les Plantes insectivores, ouvrage traduit de l'anglais par Edm. Barbier, précédé d'une Introduction biographique et augmenté de Notes complémentaires par le professeur Charles Martins. 1 vol. in-8° avec 30 figures dans le texte. Cartonné à l'anglaise.. 10 fr.

Des Effets de la Fécondation croisée et directe dans le règne végètal. Traduit de l'anglais par le docteur Ed. Heckel, professeur à la Faculté des sciences de Marseille. 1 vol. in-8°. Cartonné à l'anglaise............ 10 fr.

Des différentes Formes de Fleurs dans les plantes de la même espèce. Ouvrage traduit de l'anglais avec l'autorisation de l'auteur et annoté par le Dr Ed. Heckel, précédé d'une Préface analytique du professeur Coutance. 1 vol. in-8° avec 15 gravures dans le texte. Cartonné à l'anglaise.... 8 fr.

La Faculté motrice dans les Plantes, avec la collaboration de Fr. Darwin fils, traduit de l'anglais, annoté et augmenté d'une préface par le Dr E. Heckel. 1 vol. in-8° avec gravures. Cartonné à l'anglaise .... 10 fr.

Rôle des vers de terre dans la formation de la terre végétale, traduit par par M. Levêque, préface par M. Edmond Perrier, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1 vol. in-8°. avec 15 gravures sur bois intercalées dans le texte. Prix, cartonné à l'anglaise .... 7 fr.

LA SÉLECTION NATURELLE

ESSAIS

par Alfred-Russel WALLACE

TRADUITES SUR LA 2° ÉDITION ANGLAISE, AVEC L'AUTORISATION DE L'AUTEUR

par Lucien de CANDOLLE

1 vol. in-8° cartonné à l'anglaise...................... 8 fr.

OUVRAGES DE ERNEST HAECKEL

Professeur de Zoologie à l'Université d'Iéna.

Histoire de la Création des Êtres organisés d'après les lois naturelles. Conférences scientifiques sur la doctrine de l'évolution en général et celle de Darwin, Goethe et Lamarck en particulier, traduites de l'allemand par le Dr Letourneau et précédées d'une introduction par le prof. Ch. Martins. Deuxième édition. 1 vol. in-8° avec 15 planches, 19 gravures sur bois, 18 tableaux généalogiques et uue carte chromolithogr. Cart. à l'anglaise.. 15 fr.

Anthropogénie ou **Histoire de l'évolution humaine.** Leçons familières sur les principes de l'embryologie et de la philogénie humaiues. Traduit de l'allemand sur la 2e édition par le Dr Ch. Letourneau. Ouvrage contenant 11 pl., 210 grav. et 36 tableaux généalogiques. 1 vol. in-8°. Cart. à l'anglaise. 18 fr.

Le Règne des Protistes. Aperçu sur la Morphologie des êtres vivants les plus inférieurs suivi de la classification des protistes. traduit de l'allemand et précédé d'une introduction de 64 pages par Jules Soury. Ouvrage contenant 58 gravures sur bois. Broché, 5 fr.; cartonné à l'anglaise........... 6 fr.

(Notre édition du *Règne des Protistes* est la seule qui soit précédée de l'introduction complète de 64 pages de M. J. Soury.)

Lettres d'un voyageur dans l'Inde, traduites de l'allemand par le Dr. Ch. Letourneau. In-8°. (Paraitra en mai 1883.)

OUVRAGES DU PROFESSEUR LOUIS BÜCHNER

L'Homme selon la Science, son passé, son présent, son avenir, ou D'où venons-nous? — Qui sommes-nous? — Où allons-nous? Exposé très simple, suivi d'un grand nombre d'éclaircissements et remarques scientifiques, traduit de l'allemand par le docteur Letourneau, orné de nombreuses gravures sur bois. Troisième édition. 1 vol. in-8°...................................... 7 fr.

Force et Matière, études populaires d'histoire et de philosophie naturelles. Ouvrage traduit de l'allemand avec l'approbation de l'auteur. 5e édition, revue et augmentée. 1 vol. in-8°.................................. 5 fr.

Conférences sur la Théorie darwinienne de la trausmutation des espèces et de l'apparition du monde organique. Application de cette théorie à l'homme, ses rapports avec la doctrine du progrès et avec la philosophie matérialiste, du passé et du présent. Traduit de l'allemand avec l'approbation de l'auteur, d'après la seconde édition, par Auguste Jacquot. 1 vol. in-8°......... 5 fr.

La Vie psychique des bêtes, traduit par le docteur C. Letourneau. 1 vol in-8° avec gravures. Broché, 7 fr.; relié, toile, tr. dorées.................... 9 fr.

Lumière et Vie. Trois leçons populaires d'histoire naturelle sur le soleil dans ses rapports avec la vie, sur la circulation des forces et la fin du monde, sur la philosophie de la génération, traduit de l'allemand par le docteur Ch. Letourneau. 1 vol. in-8°.. 6 fr.

MANUEL D'ANATOMIE COMPARÉE

par CARL GEGENBAUR

Professeur à l'Université d'Heidelberg.

AVEC 319 GRAVURES SUR BOIS INTERCALÉES DANS LE TEXTE

TRADUIT EN FRANÇAIS SOUS LA DIRECTION DU

Professeur CARL VOGT

vol. gr. in-8°. Broché, 18 fr.; cart. à l'anglaise, 20 fr.

EMBRYOLOGIE ou TRAITÉ COMPLET
DU
DÉVELOPPEMENT DE L'HOMME
ET DES ANIMAUX SUPÉRIEURS

par Albert KÖLLIKER
Professeur d'anatomie à l'Université de Wurzbourg.

TRADUCTION FAITE SUR LA DEUXIÈME ÉDITION ALLEMANDE

par Aimé Schneider
Professeur à la Faculté des sciences de Poitiers.

Revue et mise au courant des dernières connaissances par l'auteur avec une préface

par H. de LACAZE-DUTHIERS
Membre de l'Institut de France.

SOUS LES AUSPICES DUQUEL LA TRADUCTION A ÉTÉ FAITE.

L'ouvrage du professeur A. Koelliker forme un volume grand in-8° de 1,078 pages, avec 606 gravures intercalées dans le texte.

Ce traité d'Embryologie est trop important, les observations et les recherches de son célèbre auteur sont trop récentes, pour qu'il ne devait pas être mis à la portée de nos savants, de nos médecins et de nos étudiants français, par une traduction fidèle et l'emploi des figures identiques dessinées sous les yeux de l'auteur et reproduites avec finesse par la gravure sur bois.

C'est donc une bonne fortune pour nos savants et nos Universités que le professeur Koelliker ait bien voulu consentir à collaborer à l'édition française, en l'enrichissant d'observations nouvelles et de notes qui n'ont pu trouver place dans l'édition allemande.

Prix de l'ouvrage complet, 1 vol. gr. in-8° avec 606 figures dans le texte, cartonné toile anglaise.................................. 30 fr.

ÉLÉMENTS D'EMBRYOLOGIE
PAR

M. FOSTER et Francis BALFOUR

OUVRAGE CONTENANT 71 GRAVURES SUR BOIS, TRADUIT DE L'ANGLAIS

par le Dr E. ROCHEFORT

1 vol. in-8°. Cartonné à l'anglaise...... 7 fr.

LE LIVRE DE LA NATURE
OU

Leçons élémentaires de Physique, d'Astronomie, de Chimie, de Minéralogie, de Géologie, de Botanique, de Physiologie et de Zoologie, par le docteur Fréderic Schödler. Traduit sur la 18° édition allemande, par Adolphe Scheler, et Henri Welter. 2 volumes in-8° avec 1026 gravures dans le texte, 2 cartes astronomiques et 2 planches coloriées. Broché........................ 12 fr.
Relié, toile tr. jaspée, 14 fr. Relié, avec plaque spéciale et tr. dorées. 16 fr.

On vend séparément :

Le *Tome II* contenant les Éléments de Minéralogie, de Géologie, de Botanique, de Physiologie et de Zoologie. 1 vol. avec 636 fig. et 2 planches coloriées. Broché 7 fr.

Éléments de Botanique. In-8° avec 237 gravures. Broché.................. 2 fr. 50

Éléments de Physiologie et de Zoologie. In-8° avec 226 gravures. Broché, 4 fr. »

LES INSECTES ET LES FLEURS SAUVAGES

LEURS RAPPORTS RÉCIPROQUES

Par sir John LUBBOCK, M. P. — Traduit par Edmond BARBIER

1 vol. in-12 avec 131 gravures dans le texte.

Broché, 2 fr. 50. — Relié toile anglaise, plaque spéciale................ 3 fr.

DE L'ORIGINE

ET

DES MÉTAMORPHOSES DES INSECTES

PAR SIR JOHN LUBBOCK, M. P.

Traduit par Jules GROLOUS

1 volume in-12 avec de nombreuses gravures dans le texte.

Broché, 2 fr. 50. — Relié toile anglaise, plaque spéciale .... 3 fr.

ARCHIVES

DE

ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE

HISTOIRE NATURELLE — MORPHOLOGIE — HISTOLOGIE — ÉVOLUTION DES ANIMAUX

publiées sous la direction de

HENRI DE LACAZE-DUTHIERS

Membre de l'Institut de France (Académie des sciences),
Professeur d'anatomie comparée et de zoologie à la Sorbonne (Faculté des sciences),
Fondateur et directeur des laboratoires de zoologie expérimentale de Roscoff
et de la station de Banyuls-sur-Mer.

Les *Archives de Zoologie expérimentale et générale* paraissent par cahiers trimestriels. Quatre cahiers ou numéros forment un volume format gr. in-8°, avec planches noires et coloriées. Prix de l'abonnement : pour Paris, 40 fr.; pour les départements et l'étranger, 42 fr.

Les volumes I à X (années 1872 à 1882) sont en vente. — Prix de chaque volume, cartonné toile : 42 francs. — Le tome XI (année 1883), 2e Série, tome I, est en cours de publication. Prix de l'abonnement, 40 fr. pour Paris et 42 fr. pour les départements et l'étranger.

BROCA (Prof. P.). — **Mémoires d'Anthropologie**, de Paul Broca. T. I, II et III. 3 vol. in-8°, avec cartes et grav. Prix de chaque vol., cart. à l'angl.. 7 fr. 50

Le tome III se vend séparément sous le titre : *Mémoires d'Anthropologie zoologique et biologique*, broché, 7 fr. 50. — Le tome IV a paru fin avril 1883.

Portrait de Paul Broca, gravé par Ch. Courtry (in-fol. impr. par Salmon). 4 fr.

CASSELMANN (A.). — **Guide pour l'analyse de l'urine**, des sédiments et des concrétions urinaires au point de vue physiologique et pathologique, par le docteur Arthur Casselmann. Traduit de l'allemand, avec l'autorisation de l'auteur, par G. E. Strohl. Brochure in-8°, avec 2 planches............ 2 fr.

COUTANCE (A.). — **La Lutte pour l'existence**, par A. Coutance, professeur d'histoire naturelle à l'École de médecine navale de Brest, officier de la Légion d'honneur. 1 vol. in-8° de 521 pages. Prix, broché................ 7 fr.

— — **La Fontaine et la Philosophie naturelle**, par A. Coutance. 1 vol. in-8°. Prix, broché.. 2 fr.

DARESTE Camille). — **Recherches sur la production artificielle des Monstruosités**, ou Essais de Tératogénie expérimentale, par M. Camille Dareste, docteur ès sciences et en médecine, professeur à la Faculté des sciences de Lille, lauréat de l'Institut. 1 volume gr. in-8° avec 16 planches chromolithographiques. Cartonné à l'anglaise.............................. 18 fr.

DESOR (E.) et P. de **LORIOL**. — **Échinologie helvétique. Monographie des Échinides fossiles de la Suisse**, par E. Desor et P. de Loriol. Échinides de la période jurassique. 1 vol. in-4°, atlas in-fol. de 61 planches. Cart. 100 fr.
L'ouvrage a été publié en 16 livraisons.

GORUP-BESANEZ (E.). — Traité d'Analyse zoochimique qualitative et quantitative. Guide pratique pour les recherches physiologiques et cliniques, par E. Gorup-Besanez, professeur de chimie à l'université d'Erlangen. Traduit sur la troisième édition allemande et augmenté par le Dr L. Gautier. 1 vol. grand in-8°, avec 138 figures dans le texte. Cartonné à l'anglaise.. 12 fr. 50

HOUZEAU (J. C.). — **Études sur les Facultés mentales des Animaux** comparées à celles de l'homme, par J. C. Houzeau, membre de l'Académie de Belgique. 2 volumes in-8°. (Mons.)................................ 12 fr.

HUXLEY (le Prof.). — **Leçons de Physiologie élémentaire**, par le professeur Huxley, traduites de l'anglais par le docteur Dally. 1 vol. in-12, avec de nombreuses figures dans le texte. Broché, 3 fr. 50; relié, toile............. 4 fr.

ISNARD (le Dr Félix). — **Spiritualisme et Matérialisme**, par le Dr Félix Isnard. 1 vol. in-12. Broché.. 3 fr.

JORISSENNE (le Dr G.). — **Nouveau signe de la grossesse**, par le Dr G. Jorissenne. Brochure gr. in-8 (Liége)........................... 2 fr. 50

KALTBRUNNER (D.). — **Manuel du Voyageur**, par D. Kaltbrunner, membre de la Société de géographie de Genève. Avec 280 figures dans le texte et 24 planches. 1 vol. in-8°. cartonné. (Zurich)...................... 15 fr.

— **Aide-Mémoire du Voyageur**, notions générales de géographie mathématique, de géographie physique, de géographie politique, de géologie, de biologie et d'anthropologie à l'usage des voyageurs, des étudiants et des gens du monde. 1 vol. in-8° avec 25 planches et cartes. Cart............... 13 fr. 50

KÉKULÉ (Aug.) et O. **WALLACH**. — **Tableaux servant à l'analyse chimique**, publiés par Otto Wallach, traduits de l'allemand par Jean Krutwig. Première partie, par O. Wallach, contenant : Caractères des éléments et de leurs combinaisons. Brochure in-4° composée de 14 tableaux................ 2 fr. 50

— — **Tableaux servant de guide dans l'enseignement de l'Analyse qualitative**, traduits de l'allemand par Jean Krutwig. Brochure in-8° contenant 16 tableaux.. 2 fr. 50

LABARTHE (P.). — **Les Eaux minérales et les Bains de mer de la France.** Nouveau guide pratique du médecin et du baigneur, par le docteur Paul Labarthe. Précédé d'une introduction par le professeur A. Gubler. 1 vol. in-12. Relié toile.. 5 fr.

LETOURNEAU (le Dr Ch.). — **La Biologie**, par le docteur Ch. Letourneau. 3e édit. 1 vol. in-12 de 518 pages, avec 112 grav. Broché, 4 fr. 50; relié. 5 fr.
Fait partie de la *Bibliothèque des Sciences contemporaines*, voir p. 3.

— **Physiologie des Passions**, par Ch. Letourneau. 2e édition, revue et augmentée. 1 vol. in-12 de 392 pages. Broché, 3 fr. 50; relié............. 4 fr. 50

— **Science et Matérialisme**, 1 vol. in-12, 480 p. Broché, 4 fr. 50; cart. 5 fr. 25

LUBBOCK (Sir John). — **Les Mœurs des fourmis**, traduit par J. A. Battandier Brochure gr. in-8°.. 1 fr. 25

MAGNUS (Hugo). — **Histoire de l'Évolution du sens des couleurs**, par Hugo Magnus, professeur d'ophthalmologie à l'Université de Breslau, avec une Introduction par Jules Soury. 1 volume in-12. Broché................ 3 fr.

MARCOU (J.). — **De la Science en France**, par J. Marcou. 1 v. in-8°...... 5 fr.

MARTIN (Ernest). — **Histoire des Monstres**, depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, par le docteur Ernest Martin. 1 vol. in-8°. Broché................ 7 fr.

MAUDSLEY (Henry). — **Physiologie de l'esprit**, par Henry Maudsley, traduit de l'anglais par A. Herzen. 1 vol. in-8° cartonné........................ 10 fr.

MOHR (Fr.). — **Toxicologie chimique.** Guide pratique pour la détermination chimique des poisons, par le docteur Frédéric Mohr, professeur à l'Université de Bonn. Traduit de l'allemand par le docteur L. Gautier. 1 volume in-8°, avec 56 gravures dans le texte. Broché................................ 5 fr.

REICHARDT (E.). — **Guide pour l'analyse de l'Eau,** au point de vue de l'hygiène et de l'industrie. Précédé de l'Examen des principes sur lesquels on doit s'appuyer dans l'appréciation de l'eau potable, par le docteur E. Reichardt, professeur à l'Université d'Iéna. Traduit de l'allemand par le docteur G. E. Strohl. In-8°, avec 31 fig. dans le texte. Broché.... 4 fr. 50

ROLLAND (Camille). — **Esprit et Matière,** ou Notions populaires de Philosophie scientifique, suivies de l'Arbre généalogique complet de l'homme, d'après les données de Haeckel, par Camille Roland, ingénieur. 1 vol. in-12 avec 2 planches (Mons). Cartonné, toile anglaise........................ 2 fr. 50

ROSSI (D. C.). — **Le Darwinisme et les Générations spontanées,** ou Réponse aux réfutations de MM. P. Flourens, de Quatrefages, L. Simon, Chauvet, etc., suivie d'une Lettre de M. le Dr F. Pouchet, par D. C. Rossi. 1 vol. in-12. 2 fr. 50

SALMON (Philippe). — **Dictionnaire paléoethnologique** du département de l'Aube, par Philippe Salmon, membre de la commission des monuments mégalithiques de France et d'Algérie, membre correspondant de la Société académique de l'Aube. 1 vol. gr. in-8°, avec 3 cartes. Broché............ 15 fr.

SCHLESINGER (R.). — **Examen microscopique et microchimique des fibres textiles,** tant naturelles que teintes, suivi d'un Essai sur la Caractérisation de la laine régénérée (shoddy), par le docteur Robert Schlesinger. Préface du docteur Emile Kopp. Trad. par L. Gautier. In-8°, 32 gravures. 4 fr.

SCHMID (Ch.) et F. **WOLFRUM.** — **Instruction sur l'Essai chimique des médicaments,** à l'usage des Médecins, des Pharmaciens, des Droguistes et des élèves qui préparent leur dernier examen de pharmacien, par le docteur Christophe Schmid et F. Wolfrum. Traduit par le Dr G. E. Strohl. 1 vol. gr. in-8°. Cart. à l'anglaise.. 6 fr.

STAEDELER (G.). — **Instruction sur l'Analyse chimique qualitative des substances minérales,** par G. Staedeler, revue par H. Kolbe, traduite, sur la 6e éd. allemande, par le Dr L. Gautier, avec gravure et tableau spectral. In-12. Cart. à l'angl.. 2 fr. 50

TOPINARD (le Dr P.). — **L'Anthropologie,** par le Dr Paul Topinard. 3e éd., avec une Préface du prof. Paul Broca. 1 vol. in-12 de 576 p., avec 52 figures intercalées dans le texte. Broché, 5 fr.; relié, toile anglaise........ 5 fr. 75
Fait partie de la *Bibliothèque des Sciences contemporaines,* voir p. 3.

WALLACH (Otto). **Tableaux.** *Voyez* Kékulé et Wallach, ci-dessus.

III. — HISTOIRE, POLITIQUE, GÉOGRAPHIE, ETC.

L'HOMME A TRAVERS LES AGES

ESSAI DE CRITIQUE HISTORIQUE

Par André **LEFÈVRE,** auteur de la *Philosophie*

1 vol. in-12 de 418 pages. Broché, 3 fr. 50; relié toile angl., 4 fr.

HISTOIRE MUNICIPALE DE PARIS

DEPUIS LES ORIGINES JUSQU'A L'AVÈNEMENT DE HENRI III

Par Paul **ROBIQUET**

avocat au conseil d'Etat et à la cour de cassation.

1 vol. in-8° de 688 pages. Broché.............................. 10 fr.
Relié toile aux armes de la Ville de Paris................ 12 fr.

LE MONDE TERRESTRE

AU POINT ACTUEL DE LA CIVILISATION

NOUVEAU PRÉCIS

DE GÉOGRAPHIE COMPARÉE

DESCRIPTIVE, POLITIQUE ET COMMERCIALE

Avec une Introduction, l'Indication des sources et cartes, et un Répertoire alphabétique

par **CHARLES VOGEL**

Conseiller, ancien chef de Cabinet de S. A le prince Charles de Roumanie
Membre des Sociétés de Géographie et d'Economie politique de Paris, Membre correspondant
de l'Académie royale des Sciences de Lisbonne, etc., etc.

La publication de l'ouvrage entier sera terminée dans le cours de la présente année. Le premier volume, gr. in-8, cartonné toile, est du prix de..... 15 fr.

Le second volume. Prix cartonné.................................. 18 fr.

La première partie du troisième volume. Prix cartonné................ 9 fr.

La deuxième partie du troisième volume, contenant l'Asie et l'Afrique. Prix cartonné.. 12 fr.

La publication du troisième volume se poursuit par livraisons composées de 5 feuilles du prix de 1 fr. 25.

Il a été fait un tirage spécial de la 1re partie du tome III de cet ouvrage, sous le titre :

L'EUROPE ORIENTALE DEPUIS LE TRAITÉ DE BERLIN

Cette partie contient la Russie, la Pologne et la Finlande, la Roumanie, la Serbie et le Monténégro, la Bulgarie, la Turquie, l'Albanie et la Grèce. Elle forme un volume gr. in-8°, cart. à l'anglaise................................ 9 fr.

MŒURS ROMAINES DU RÈGNE D'AUGUSTE

A LA FIN DES ANTONINS

par **L. FRIEDLÆNDER**

Professeur à l'Université de Kœnigsberg.

TRADUCTION LIBRE FAITE SUR LE TEXTE DE LA DEUXIÈME ÉDITION ALLEMANDE

Avec des considérations générales et des remarques

par **CH. VOGEL.**

4 vol. in-8°. Brochés .... 28 fr.

BULWER (Sir H.). — **Essai sur Talleyrand**, par Sir Henry Lytton Bulwer. ancien ambassadeur. Traduit de l'anglais, avec l'autorisation de l'auteur, par Georges Perrot. 1 vol. in-8°. Broché.................................. 5 fr.

DELTUF (P.) — **Essai sur les Œuvres et la Doctrine de Machiavel**, avec la traduction littérale du Prince, et de quelques Fragments historiques et littéraires, par Paul Deltuf. 1 vol. in-8°. Broché......................... 7 fr. 50

DEVAUX (S.). — **Études politiques sur l'Histoire ancienne et moderne** et sur l'influence de l'état de guerre et de l'état de paix, par Paul Devaux, membre de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 1 vol. grand in-8° (Bruxelles)................................ 9 fr.

FISCHEL (Éd.). — **La Constitution d'Angleterre**, exposé historique et critique des origines, du développement successif et de l'état actuel des institutions anglaises, par Edouard Fischel. Traduit sur la 2e édition allemande comparée avec l'édit. angl. de R. Jenery Shee, par Ch. Vogel. 2 vol. in-8. 10 fr.

GUYOT (Yves). — **La Science économique.** 1 vol. in-12 de 474 pages avec figures graphiques dans le texte. Prix broché, 4 fr. 50. Relié toile anglaise... 5 fr.
Fait partie de la *Bibliothèque des sciences contemporaines. Voir* page 3.

LACROIX (Auguste). — Conférences sociales et industrielles, par A. Lacroix. 1 vol. in-8°.. 4 fr.

MOLINARI (G. de). — **L'Évolution économique** du dix-neuvième siècle, théorie du progrès. 1 vol. in-8° de 480 pages. Broché.................. 6 fr.

MOREAU DE JONNÈS (A.). — **État économique et social de la France depuis Henri IV jusqu'à Louis XIV (1589-1715),** par A. Moreau de Jonnès, membre de l'Institut. 1 vol. in-8°. Broché.................................. 7 fr.

RÉVILLE (Alb.). — **Théodore Parker, sa Vie et ses Œuvres.** Un chapitre de l'histoire de l'Abolition de l'esclavage aux Etats-Unis, par Alb. Réville. 1 vol. in-12.. 3 fr. 50

TISCHENDORF (C.). — **Terre sainte,** par Constantin Tischendorf, avec les souvenirs du pèlerinage de S. A. I. le grand-duc Constantin. 1 vol. in-8° avec 3 gravures.. 5 fr.

VOGEL (Ch.). — **Le Portugal et ses colonies.** Tableau politique et commercial de la monarchie portugaise dans son état actuel, avec des annexes et des notes supplémentaires. In-8° (1860).. 8 fr. 50

LA MYTHOLOGIE COMPARÉE

par Girard de RIALLE.

TOME PREMIER

Théorie du fétichisme. — Sorcier et sorcellerie. — Le fétichisme étudié sous ses divers aspects. — Le fétichisme chez les Caffres, chez les anciens Chinois. chez les peuples civilisés. — Théorie du polythéisme. — Mythologie des nations civilisées de l'Amérique.

Un volume in-12 de 376 pp. Broché, 3 fr. 50. Cart. à l'angl., 4 fr.

Le second volume est en préparation.

LA MYTHOLOGIE DES PLANTES

OU

LES LÉGENDES DU RÈGNE VÉGÉTAL

par Angelo de GUBERNATIS

Auteur de la "Mythologie zoologique"; professeur de sanskrit et de mythologie comparée à l'Institut des Études supérieures à Florence.

Deux vol. in-8°. Cart. à l'anglaise........ 14 fr.

IV. — ARCHÉOLOGIE ET SCIENCES PRÉHISTORIQUES

LA CIVILISATION PRIMITIVE

par M. EDWARD B. TYLOR, F.R.S., L.L.D.

TOME PREMIER

TRADUIT DE L'ANGLAIS SUR LA DEUXIÈME ÉDITION

par Mme PAULINE BRUNET

TOME SECOND

Traduit par M. EDM. BARBIER.

2 vol. in-8°. Cartonnés à l'anglaise................ 20 fr.

V. — *LITTÉRATURE*

BRÊMER (F.). — **Hertha, ou l'Histoire d'une âme,** par Frédérica Brémer. Traduit du suédois par M. A. Geffroy. 1 vol. in-12. . . . . 3 fr. 50

BRET-HARTE. — **Scènes de la vie californienne** et Esquisse de mœurs transatlantiques, par Bret-Harte, traduites par M. Amédée Pichot et ses collaborateurs de la *Revue britannique.* 1 vol. in-12. . . . . 2 fr.

BROUGHTON (Miss). — **Comme une fleur,** autobiographie. traduite de l'anglais par Auguste de Viguerie. 2e édition revue. 1 vol. in-12, imprimé avec encadrement en couleur. Relié toile angl., tr. dor. et plaque spéciale. . . 5 fr.

BÜCHNER (A.). — **Étude sur lord Byron,** par A. Büchner. Brochure in-8°. 75 c.

Choix de Nouvelles russes, de Lermontoff, de Pouschkine, Von Wiesen, etc. Traduit du russe par M. J. N. Chopin, auteur d'une *Histoire de Russie*, de *l'Histoire des révolutions des peuples du Nord,* etc. 1 vol. in-12. . . . . . 2 fr.

DELTUF (P.). — **Les Tragédies du foyer,** par P. Deltuf. 1 vol. in-12. . . . . 2 fr.

GOLOVINE (I.). — **Mémoire d'un Prêtre russe,** ou la Russie religieuse, par M. Ivan Golovine. 1 vol. in-8°. . . . . 7 fr.

HEYSE (P.). — **La Rabbiata et d'autres Nouvelles,** par Paul Heyse, traduites de l'allemand par MM. G. Bayvet et E. Jonveaux. 1 vol. in-12. . . . . 2 fr.

Impressions de voyage d'un Russe en Europe. 1 vol. in-12. . . . . . . 2 fr. 50

MANTEGAZZA (P.). — **Une Journée à Madère.** par P. Mantegazza. Traduit de l'italien par Mme C. Thiry. 1 vol. in-12. Broché. . . . . 2 fr.

MARSH (Mrs.). — **Emilia Wyndham,** par l'auteur de « Two old men's tales ; Mount Sorel, etc. » (Mrs. Marsh). Traduit librement de l'anglais. 2 vol. in-12 réunis en un seul. . . . . 5 fr.

MARY LAFON. — **Histoire littéraire du Midi de la France,** par Mary Lafon. 1 vol. in-8°. Broché. . . . . 7 fr. 50

MÜLLER (O.). — **Charlotte Ackermann.** Souvenirs de la vie d'une actrice au XVIIIe siècle, par Otto Müller, traduction de J.-J. Porchat. 1 vol. in-8°. 2 fr.

POMPERY (E. de). — **La Vie de Voltaire.** L'homme et son génie. 1 vol. in-12. Broché. . . . . 2 fr.

STRAUSS (David-Frédéric). — **Voltaire.** Six conférences par David-Frédéric Strauss. Ouvrage traduit de l'allemand sur la troisième édition par Louis Narval, précédé d'une Lettre-Préface du traducteur à M. E. Littré. 1 vol. in-8°. Broché. . . . . 7 fr.

VOLTAIRE. — **Œuvres choisies.** Édition du centenaire (30 mai 1878). 1 vol. in-12 de 1000 pages avec portrait de Voltaire. . . . . 2 fr. 50

WITT (Mme de). — **La Vie des deux côtés de l'Atlantique,** autrefois et aujourd'hui, traduit de l'anglais par Mme de Witt. 1 vol. in-12. . . . . 2 fr.

VI. — *PHILOSOPHIE*

HISTOIRE DU MATÉRIALISME

ET

CRITIQUE DE SON IMPORTANCE A NOTRE ÉPOQUE

Par F. A. LANGE

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE MARBOURG.

Traduit de l'allemand sur la deuxième édition, avec l'autorisation de l'auteur,

par **B. Pommerol**

avec une Introduction par D. NOLEN, Prof. à la Faculté des lettres de Montpellier.

2 vol. in-8° cartonnés à l'anglaise. . . . . . . 20 fr.

ORIGINE
ET
DÉVELOPPEMENT DE LA RELIGION

ÉTUDIÉS

A LA LUMIÈRE DES RELIGIONS DE L'INDE

Leçons faites à Westminster-Abbey

par J. Max MÜLLER

TRADUITES DE L'ANGLAIS PAR J. DARMESTETER

1 vol. in-8° de 364 pages. Broché.......... 7 fr.

ASSIER (Ad. d'). — **Essai de Philosophie positive au dix-neuvième siècle.** Le Ciel, la Terre, l'Homme, par Adolphe d'Assier.
Première partie : le Ciel. 1 vol. in-12........................ 2 fr. 50
Troisième partie : L'Homme, 1 vol. in-12.................... 3 fr. 50
La deuxième partie : la Terre, paraîtra après la publication de la deuxième édition du Ciel.

BÉRAUD (P. M.). — **Étude sur l'Idée de Dieu dans le spiritualisme moderne**, par P. M. Béraud. 1 vol. in-12. Broché........................ 4 fr.

BRESSON (Léopold). — **Idées modernes.** Cosmologie. Sociologie, par Léopold Bresson. 1 volume in-8°.. 5 fr.

COSTE (Adolphe). — **Dieu et l'Ame.** Essai d'idéalisme expérimental, par Adolphe Coste. 1 vol. in-12. Broché................................ 2 fr. 50

LEFÈVRE (André). **La Philosophie.** 1 volume in-12. Broché, 5 fr.; relié, toile anglaise.. 5 fr. 75
Fait partie de la *Bibliothèque des Sciences contemporaines*, voir p. 3.

MICHEL (Louis). — Libre arbitre et liberté, par L. Michel. 1 vol. in-12. 2 fr. 50

NERVA (S. Émile). — **Dieu dans les cieux, dans la nature et l'humanité ou la Philosophie positive de l'histoire.** Édition augmentée d'une exposition sommaire de la doctrine de l'auteur. 1 vol. in-8° (Ferrare) .... 10 fr.

RUELLE (Ch.). — **De la vérité dans l'Histoire du christianisme.** Lettres d'un laïque sur Jésus, par Ch. Ruelle, auteur de la *Science populaire de Claudius*. — La théologie et la science. — M. Renan et les théologiens. — La résurrection de Jésus d'après les textes. — Lecture de l'encyclique. 1 vol. in-8°.. 6 fr.

SOURY (Jul.). — **Études historiques** sur les religions, les arts, la civilisation de l'Asie antérieure et de la Grèce, par J. Soury. 1 vol. in-8°...... 7 fr. 50

STRAUSS (David-Frédéric). — **L'Ancienne et la Nouvelle foi.** Confession par David-Frédéric Strauss. Ouvrage traduit de l'allemand sur la 8° édition par Louis Narval, et augmenté d'une Préface par E. Littré. 1 volume in-8°. — Broché.. 7 fr.

VIARDOT (Louis). — **Libre examen.** Apologie d'un incrédule, par L. Viardot. Sixième édition très augmentée (édition populaire). 1 vol. in-12..... 1 fr. 50

VII. — LINGUISTIQUE — LIVRES CLASSIQUES

AHN (F. H.). — **Syllabaire allemand.** Premières notions de langue allemande, avec un Nouveau traité de prononciation et un Nouveau système d'apprendre les lettres manuscrites, par F. H. Ahn. 6e édition. In-12... 1 fr.

BRUHNS (C.). — **Nouveau Manuel de logarithmes** à sept décimales, pour les nombres et les fonctions trigonométriques, rédigé par C. Bruhns, docteur en philosophie, directeur de l'observatoire et professeur d'astronomie à Leipzig. 1 vol. grand in-8°, édition stéréotype. (Leipzig, B. Tauchnitz.)......... 5 fr.

FAURIEL (C.). — **Histoire de la Poésie provençale.** Cours à la Faculté des lettres de Paris, par M. C. Fauriel, membre de l'Institut; 3 vol. in-8° (1847). Broché.. 21 fr.

HOVELACQUE (A.). — **La Linguistique,** par Abel Hovelacque. Troisième édition. 1 vol. in-12 de 454 pages. Broché, 4 fr.; relié toile anglaise.. 4 fr. 50

Fait partie de la *Bibliothèque des sciences contemporaines*, voir p. 3.

— et Julien **VINSON.** — **Études de linguistique** et d'ethnographie. 1 volume in-12. Prix, broché, 4 fr.; relié, toile anglaise........................ 5 fr.

MAIGNE (J.). — **Traité de Prononciation française** et Manuel de lecture à haute voix. Guide théorique et pratique des Français et des étrangers, par M. Jules Maigne. 1 vol. in-12. Broché, 2 fr. 50; cartonné .... 3 fr.

MOHL (Jules). — **Vingt-sept ans d'histoire des études orientales.** Rapports faits à la Société asiatique de Paris de 1840 à 1867, par Jules Mohl, membre de l'Institut, secrétaire de la Société asiatique. Ouvrage publié par sa veuve. Tome Ier et II. In-8°. Chaque volume.............................. 7 fr.

—— **Le Livre des Rois,** par Abou'l Kasim Firdousi, traduit et commenté par Jules Mohl, membre de l'Institut, professeur au collége de France. 7 vol. in-12 (Imprimerie nationale)............................. 52 fr. 50

SANDER (E. H.). — **Promenade de Paris au Rigi,** racontée (en allemand) pour servir d'introduction à la lecture des auteurs allemands, par E. H. Sander, professeur de langue allemande à l'École d'application d'état-major. Seconde édition, revue et corrigée. 1 vol. in-18. Cartonné................. 75 cent.

VIII. — BIBLIOGRAPHIE ET DIVERS

BULLETIN MENSUEL DE LA LIBRAIRIE FRANÇAISE

Publié par C. REINWALD

1883. — 25e année. Format in-8°. — 8 pages par mois.

Prix de l'abonnement : Paris et la France, 2 fr. 50.
Étranger, 3 fr.

Ce Bulletin paraît au commencement de chaque mois et donne les titres et les prix des principales nouvelles publications de France, ainsi que de celles en langue française éditées en Belgique, en Suisse, en Allemagne, etc., etc.

HISTOIRE GÉNÉRALE DE L'ARCHITECTURE

PAR

DANIEL RAMÉE

ARCHITECTE.

2 vol. gr. in-8°, orné de 523 gravures sur bois. — Prix, broché, 30 fr.

DICTIONNAIRE GÉNÉRAL

DES TERMES D'ARCHITECTURE

EN FRANÇAIS, ALLEMAND, ANGLAIS ET ITALIEN

par DANIEL RAMÉE

Architecte, auteur de l'*Histoire générale de l'architecture.*

Un volume in-8°.. 8 fr.

BERLEPSCH. — Nouveau Guide en Suisse, par Berlepsch. 2° édition illustrée. 1 vol. in-12 cartes et plans, panoramas sur acier, etc. Cart. à l'angl. 5 fr.

Bibliotheca Americana vetustissima. A description of works relating to America, published between the years 1492 and 1551, par H. Harrisse. 1 vol. grand in-8° (New-York, 1866)................................... 100 fr.

Instructions aux capitaines de la marine marchande naviguant sur les côtes du Royaume-Uni, en cas de naufrage ou d'avaries. In-8°..... 2 fr. 50

KRIEG (Henri). — **Cours de Sténographie internationale** d'après le système de Gabelsberger, précédé d'un Abregé d'une histoire de la Sténographie avec beaucoup de modèles d'écriture intercalés dans le texte, par Henri Krieg, professeur, directeur de l'Institut royal sténographique de Dresde. 1 vol. in-8° avec 26 planches lithographiées. Broché......................... 7 fr. 50

LIEBIG (J. de). — **Sur un nouvel Aliment pour nourrissons** (la Bouillie de Liebig), avec Instruction pour sa préparation et son emploi. In-12.... 1 fr.

MOLTKE (de). — **Campagnes des Russes dans la Turquie d'Europe** en 1828 et 1829. Traduit de l'allemand du colonel baron de Moltke, par A. Demmler, professeur à l'Ecole impériale d'état-major. 2 vol. in-8°............... 6 fr.

TÉLIAKOFFSKY (A.). — **Manuel de Fortification permanente,** par A. Téliakoffsky, colonel du génie. Traduction du russe par Goureau. 1 vol. in-8°, avec un atlas de 40 planches.. 20 fr.

VÉRON (Eug.). — **L'Esthétique,** par M. Eug. Véron, directeur du Journal *l'Art* 1 vol. in-12 de 506 pages. Broché, 4 fr.; relié, toile anglaise...... 4 fr. 50

Fait partie de la *Bibliothèque des Sciences contemporaines,* voir p. 3.

WELTER (H.). — **Essai sur l'Histoire du café,** par Henri Welter. 1 vol. in-12.. 3 fr. 50

TABLE ALPHABÉTIQUE.

Paris. — Typographie Paul Schmidt, rue Perronet, 5.

